



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT KABUPATEN MAGETAN**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

Dosen Pembimbing  
Alia Damayanti, S.T., M.T., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

**EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN  
AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PENYAMAKAN  
KULIT KABUPATEN MAGETAN**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
3312100119

**DOSEN PEMBIMBING**  
Alia Damayanti, S.T., M.T., Ph.D.

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**FINAL PROJECT - RE 141581**

**PERFORMANCE EVALUATION OF WASTE WATER  
TREATMENT PLANT (WWTP) LEATHER  
TANNING INDUSTRY DISTRICT MAGETAN**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**SUPERVISOR**  
**Alia Damayanti, S.T., M.T., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institute of Technology Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT KABUPATEN MAGETAN

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ALDITA RIZKY DESYANA**

Nrp. 3312100119

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:



**Alia Damayanti, S.T., M.T., PhD**

**NIP. 19770209 200312 2 001**





## **EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT KABUPATEN MAGETAN**

Mahasiswa : Aldita Rizky Desyana  
NRP : 3312 100 119  
Dosen Pembimbing : Alia Damayanti, S.T., M.T.,  
Ph.D.

### **ABSTRAK**

Industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan debit 600 m<sup>3</sup>/hari. Namun IPAL tersebut tidak mampu untuk mengolah air limbahnya sendiri dikarenakan debit air limbah yang dihasilkan terkadang melebihi kapasitas IPAL yang disediakan. Parameter dari efluen air limbah yang dihasilkan IPAL tersebut juga tidak stabil, sehingga air limbah tersebut mencemari sungai yang ada di sekitar industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan agar air limbah yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Kegiatan penyamakan kulit menggunakan air dalam jumlah yang relatif banyak dan beberapa jenis bahan kimia, sehingga menghasilkan air limbah yang mengandung berbagai polutan organik dari bahan baku dan polutan kimia dari bahan pembantu proses. Oleh karena itu, sebelum dilakukan evaluasi, air limbah diuji karakteristiknya dengan parameter BOD, COD, TSS, ammonia, dan pH. Setelah itu, kondisi eksisting bangunan IPAL dibandingkan dengan perhitungan yang sesuai

dengan kriteria desain bangunan IPAL yang telah ditentukan.

Hasil dari evaluasi IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan didapatkan rekomendasi seperti penambahan unit bangunan berupa bak kontrol atau perubahan sistem pengolahan air limbah agar air limbah yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Kata Kunci : ***air limbah, industri penyamakan kulit, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)***

# **PERFORMANCE EVALUATION OF WASTE WATER TREATMENT PLANT (WWTP) LEATHER TANNING INDUSTRY DISTRICT MAGETAN**

Name of Student : Aldita Rizky Desyana  
NRP : 3312 100 119  
Supervisor : Alia Damayanti, S.T., M.T.,  
Ph.D.

## **ABSTRACT**

Leather Tanning Industry Magetan has had Wastewater Treatment Plant (WWTP) at the rate of 600 m<sup>3</sup>/day, but was unable to process its own wastewater due to wastewater discharge generated sometimes exceed the capacity of the WWTP is provided. The parameters of the effluent wastewater produced by the WWTP is also unstable, so the wastewater is contaminating river around Leather Tanning Industry Magetan. This study was did to evaluate the performance of the Waste Water Treatment Plant (WWTP) Leather Industry Tannery Magetan so that waste water meet the quality standards pursuant to Rule East Java Governor No. 72 Year 2013 on Wastewater Quality Standard for Industrial and/or Business Activity Other.

Tannery activities using water in a relatively large amount and some kinds of chemicals, so that this effort will produce waste water containing organic pollutants variety of raw materials and chemical pollutants from adjuvant process. Therefore, prior to the assessment, waste water tested kararakteristiknya with the parameters BOD, COD, TSS, ammonia and pH. After that, the existing condition of the building WWTP compared with the calculation according to the WWTP building design criteria have been determined.

From the evaluation Wastewater Treatment tanning industry Magetan obtained on such additional units of the building or a change in waste water treatment system so

that waste water can meet the quality standards pursuant to Rule East Java Governor No. 72 Year 2013 on Wastewater Quality Standard for Industrial and / or Other Business Activities.

**Keywords: wastewater, tanning industry, Wastewater Treatment Plant (WWTP)**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan Rahmat dan Hidayah – Nya penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan” ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dalam rangka memenuhi kelengkapan Tugas Akhir. Dalam penulisan laporan ini, iijinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Ibu dan Bapak penulis yang telah menjadi motivasi, selalu membimbing dan mendukung, serta memberi doa dan semangat dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Ibu Alia Damayanti, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas segala ilmu dan bimbinganya dalam penyusunan laporan ini.
3. Prof. Yulinah, Bapak Eddy Setiadi Soejono, PhD., Bapak Dr. Ali Masduqi selaku dosen penguji yang telah memberi evaluasi dan masukan pada tugas akhir saya.
4. Ibu Ipung, PhD dan Ibu Dr. Harmin yang juga selaku dosen penguji saya yang telah memberikan masukan terhadap Tugas Akhir saya.
5. Kakak dan Adik penulis yang juga selalu memberi dukungan dan semangat dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Rekan Tugas Akhir penulis yang telah membantu penulis dalam banyak hal, Nastiti Sri Fatmawati.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2012 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang juga memberi semangat kepada penulis.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia

biasa tentunya masih ada kesalahan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Surabaya, Mei 2016  
Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan.....	2
1.4    Ruang Lingkup .....	2
1.5    Manfaat .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Air Limbah.....	5
2.1.1    Macam – Macam Air Limbah.....	5
2.1.2    Sistem Pengolahan Air Limbah .....	6
2.2    Industri Penyamakan Kulit.....	7
2.2.1    Proses Penyamakan Kulit .....	7
2.2.2    Sumber Air Limbah Penyamakan Kulit .....	9
2.2.3    Karakteristik Air Limbah Penyamakan Kulit .....	10
2.2.4    Baku Mutu Air Limbah Penyamakan Kulit .....	12
2.2.5    Proses Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit .	13
2.2.6    Unit Pengolahan Air Limbah yang Digunakan .....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	25

3.1	Deskripsi Umum .....	25
3.2	Kerangka Penelitian .....	25
3.3	Kondisi Realita dan Kondisi Ideal .....	27
3.4	Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder .....	27
3.4.1	Pengumpulan Data Primer.....	27
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder .....	29
3.5	Analisis Data dan Pembahasan .....	29
3.6	Kesimpulan.....	29
BAB 4	GAMBARAN UMUM .....	31
4.1	Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan .....	31
4.2	IPAL Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan .....	32
4.2.1	Layout IPAL Industri Penyamakan Kulit .....	32
4.2.2	Unit – Unit IPAL Industri Penyamakan Kulit.....	32
BAB 5	PEMBAHASAN .....	41
5.1	Diagram Alir Proses IPAL Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan .....	41
5.2	Debit Air Limbah .....	43
5.3	Hasil Uji Karakteristik Air Limbah.....	45
	Tabel 5. 2 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah.....	45
5.4	Evaluasi IPAL Industri Penyamakan Kulit .....	47
5.5	Parameter pada Air Limbah Industri Penyamakan Kulit .....	51
5.6	Perhitungan <i>Mass Balance</i> .....	53
5.6.1	Karakteristik Awal Air Limbah .....	54
5.6.2	<i>Mass Balance</i> Bak Ekualisasi .....	55



5.6.3	<i>Mass Balance</i> Bak Netralisasi, Koagulasi, dan Flokulasi .....	58
5.6.4	<i>Mass Balance</i> Bak Pengendap I .....	61
5.6.5	<i>Mass Balance</i> Bak Aerasi .....	64
5.6.6	<i>Mass Balance</i> Bak Pengendap II .....	69
5.6.7	<i>Mass Balance</i> Bak Filtrasi .....	74
5.6.8	<i>Mass Balance</i> Bak Reuse .....	78
5.6.9	Cek <i>Mass Balance</i> .....	79
5.7	Dimensi Unit IPAL .....	81
5.8	<i>Organic Loading Rate</i> (OLR) dan <i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR) .....	82
5.8.1	<i>Organic Loading Rate</i> (OLR) .....	82
5.8.2	<i>Hydraulic Loading Rate</i> (HLR) .....	87
5.9	Evaluasi Unit – Unit IPAL .....	92
5.9.1	Bak Ekualisasi .....	92
5.9.2	Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi .....	94
5.9.3	Bak Pengendap I .....	95
5.9.4	Bak Aerasi .....	97
5.9.5	Bak Pengendap II .....	110
5.10	Rekomendasi Unit Tambahan .....	112
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		115
6.1	Kesimpulan .....	115
6.2	Saran .....	115
DAFTAR PUSTAKA .....		117
BIOGRAFI PENULIS .....		119

LAMPIRAN .....	121
----------------	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Penyamakan Kulit.....	10
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	26
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan.....	32
Gambar 4. 2 <i>Bar Screen</i> .....	33
Gambar 4. 3 Bak Ekualisasi.....	34
Gambar 4. 4 Bak Netralisasi, Koagulai, dan Flokulasi.....	34
Gambar 4. 5 Bak Pengendap I .....	35
Gambar 4. 6 Bak Aerasi.....	36
Gambar 4. 7 Bak Pengendap II .....	36
Gambar 4. 8 Bak Filtrasi .....	37
Gambar 4. 9 Bak <i>Reuse</i> .....	38
Gambar 4. 10 Bak Pengumpul Lumpur .....	38
Gambar 4. 11 Bak Pengering Lumpur .....	39
Gambar 5. 1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.....	43
Gambar 5. 1 Fluktuasi Debit Air Limbah .....	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Penyamakan Kulit.....	13
Tabel 2. 2 Kriteria Desain <i>Bar Screen</i> .....	15
Tabel 2. 3 Faktor Bentuk Batang ( $\beta$ ).....	16
Tabel 2. 4 Kriteria Desain Mixer Bak Ekualisasi .....	17
Tabel 5. 1 Hasil Pengukuran Debit Air Limbah.....	44
Tabel 5. 2 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah.....	45
Tabel 5. 3 Evaluasi Sistem Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit.....	47
Tabel 5. 4 Evaluasi IPAL Penyamakan Kulit .....	48
Tabel 5. 5 Rekomendasi dari Hasil Evaluasi .....	113

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penyamakan kulit menggunakan air dalam jumlah yang relatif banyak dan beberapa jenis bahan kimia, sehingga usaha ini akan menghasilkan air limbah yang mengandung berbagai polutan organik dari bahan baku dan polutan kimia dari bahan pembantu proses. Limbah buangan industri penyamakan kulit rata-rata 8000 ppm total padatan, 1000 ppm protein, 300 ppm NaCl, 1600 ppm total kesadahan, 1000 ppm sulfida, 40 ppm kromium, 60 ppm nitrogen, dan 1000 ppm BOD. Limbah tersebut mempunyai pH antara 11 – 12 dan secara normal menghasilkan 5% - 10% konsentrasi lumpur (*sludge*) karena kandungan kapur dan natrium sulfida (Cabeza et al., 1998). Oleh karena itu, industri penyamakan kulit harus dilengkapi dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan tujuan mengolah air limbah industrinya sendiri menjadi air yang sesuai dengan baku mutu dan kegunaannya.

Salah satu industri penyamakan kulit ada di Kabupaten Magetan. Di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan terdapat 35 industri penyamakan kulit. Produk kulit akhir yang dihasilkan kurang lebih 8.200.000 feet/tahun, dengan menyerap tenaga kerja kurang lebih 800 orang (BPPT Jakarta Pusat, 2014). Kegiatan produksi kulit di Magetan terutama didominasi oleh kegiatan penyamakan, yang mana dalam prosesnya banyak menggunakan air dan bahan kimia. Dengan demikian maka industri ini akan membutuhkan air bersih dalam jumlah besar dan menghasilkan air limbah yang banyak mengandung polutan organik dari kulit itu sendiri dan polutan kimia.

Dengan banyaknya air limbah yang dihasilkan dari proses penyamakan kulit, terkadang IPAL tidak dapat menampung air limbah tersebut. Parameter efluen yang

dihasilkan terkadang juga tidak memenuhi baku mutu. Parameter tersebut antara lain, BOD, COD, TSS, pH, dan Ammonia.

Walaupun Industri Penyamakan Kulit Magetan telah memiliki IPAL dengan debit 600m<sup>3</sup>/hari, namun IPAL tersebut tidak dapat menampung air limbah yang terkadang melebihi debit IPAL yang sudah ada, sehingga parameter dari efluen air limbah yang dihasilkan dari IPAL tidak memenuhi baku mutu yang sudah ditentukan. Oleh sebab itu, dilakukan evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan sehingga mendapatkan rekomendasi seperti penambahan unit bangunan atau perubahan sistem pengolahan air limbah agar air limbah yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah bagaimana kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah mengevaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Air limbah yang diolah berupa air limbah hasil penyamakan kulit di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan.
2. Aspek yang dikaji adalah aspek teknis.
3. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.



4. Parameter yang diuji adalah BOD, COD, TSS, Ammonia, dan pH.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadikan pembandingan dalam kegiatan evaluasi dan monitoring bagi pemerintah daerah terutama instansi terkait pengelolaan lingkungan (BLHD).
2. Menjadikan bahan pertimbangan dalam rangka perbaikan pengelolaan lingkungan terutama air limbah bagi industri itu sendiri.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair (PP RI No 82 Tahun 2001). Batasan air limbah adalah “Kombinasi cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada (*Metcalf and Eddy*, 2003).

##### **2.1.1 Macam – Macam Air Limbah**

Macam-macam air limbah dapat dipengaruhi oleh tingkat kehidupan masyarakat. Semakin tinggi tingkat kehidupan masyarakat maka semakin beragam pula sumber dan macam limbah yang dihasilkannya. Beberapa contoh sumber air limbah adalah air limbah dari industri, daerah pertanian, perdagangan dan sebagainya yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

##### **a. Air limbah rumah tangga (*Domestic Sewage*)**

Air limbah rumah tangga ini umumnya terdiri dari ekskreta (tinja dan urin), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, di mana sebagian besar merupakan bahan-bahan organik.

##### **b. Air limbah perdagangan (*Commercial Wastes*)**

Air limbah perdagangan ini umumnya berasal dari fasilitas umum misalnya, air buangan dari hotel, restoran, dan kolam renang.

##### **c. Air limbah industri (*Industrial Wastes*)**

Air limbah ini berasal dari berbagai jenis industri, akibat proses produksi dan umumnya pengolahannya sulit serta mempunyai variasi

pengolahan yang banyak. Terkadang air limbah industri ini ada yang bersifat toksik.

### **2.1.2 Sistem Pengolahan Air Limbah**

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen, serta menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun yang tidak dapat didegradasi (Sugiharto, 1987)

Menurut Moersidik (2006), tujuan pengolahan air limbah adalah sebagai berikut :

- a. Mengurangi jumlah padatan tersuspensi.
- b. Mengurangi jumlah padatan terapung.
- c. Mengurangi jumlah bahan organik.
- d. Mengurangi jumlah bahan kimia yang berbahaya dan beracun.
- e. Mengurangi unsur nutrisi yang berlebihan.
- f. Mengurangi unsur lain yang dianggap dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem.

Menurut Sugiarto (1987) adapun secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi enam bagian, yaitu sebagai berikut :

#### **a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)**

Sebelum proses pengolahan dilakukan pembersihan agar mempercepat dan memperlancar proses pengolahan selanjutnya, berupa pengambilan benda terapung dan benda mengendap.

#### **b. Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)**

Pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan.

#### **c. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)**

Pengolahan kedua berupa proses biologis untuk mengurangi bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya, meliputi proses penambahan oksigen dan pertumbuhan bakteri.

d. Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga merupakan pengolahan secara khusus sesuai kandungan zat padat terbanyak dalam air limbah.

e. Pembunuhan Kuman (*Desinfection*)

Pembunuhan kuman bertujuan untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme patogen yang ada dalam air limbah tersebut.

f. Pengolahan Lumpur (*Ultimate Disposal*)

Pengolahan lumpur hasil dari tahap-tahap sebelumnya agar dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan.

## 2.2 Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi yang dalam proses pengerjaannya menggunakan air dengan jumlah yang besar (Nurwati, 2009).

### 2.2.1 Proses Penyamakan Kulit

Proses penyamakan Kulit adalah proses mengubah kulit hewan menjadi produk komersial yang stabil. Dalam proses penyamakan kulit dilakukan penghilangan bulu atau bagian yang tidak diinginkan kemudian dilakukan perendaman, pengapuran (*liming*), *fleshing*, penghilangan kapur (*deliming*), pengikisan protein (*bating*), penghilangan lemak (*degreasing*) dan proses pengawetan yang dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang menguntungkan bagi proses penyamakan (Hasnat *et al.*, 2013).

Proses penyamakan kulit adalah pengawetan kulit binatang dengan menggunakan bahan kimia dalam prosesnya. Bahan baku yang digunakan dalam proses penyamakan kulit adalah kulit binatang seperti, kulit sapi, kulit kerbau, kulit kambing, dan lain-lain terutama hasil dari Rumah Potong Hewan (RPH). Di bawah ini proses-proses yang dilakukan dalam penyamakan kulit :

a. Pra Penyamakan (*beamhouse*)

Proses yang dilakukan pada tahap pra penyamakan adalah sebagai berikut :

- 1) Merendam kulit hewan dalam air selama satu malam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan darah, kotoran, larutan garam dan protein yang masih melekat di kulit.
- 2) Merendam kulit hewan ke dalam kapur dan sodium sulfida untuk menghilangkan bulu.
- 3) Mengolah dengan menggunakan kapur kembali (*reliming*).
- 4) Menghilangkan dan mencukur mekanis jaringan ekstra dari sisi daging kulit, selanjutnya memisahkan 2/3 lapisan atas dengan bagian bawah dengan menggunakan kapur.
- 5) Menghilangkan kapur dengan menggunakan asam sulfat dan menghilangkan sisa-sisa bulu dan protein yang hancur dengan menggunakan bahan kimia pembantu.
- 6) Mencegah pengendapan garam-garam krom pada serat kulit dengan menggunakan larutan garam dan asam sulfur.

b. Penyamakan

Proses penyamakan kulit dilakukan dengan menggunakan krom sulfat. Hal ini bertujuan untuk menstabilkan jaringan protein (*collagen*) dari kulit.

c. Pasca Penyamakan

Proses yang dilakukan pada tahap pasca penyamakan adalah sebagai berikut :

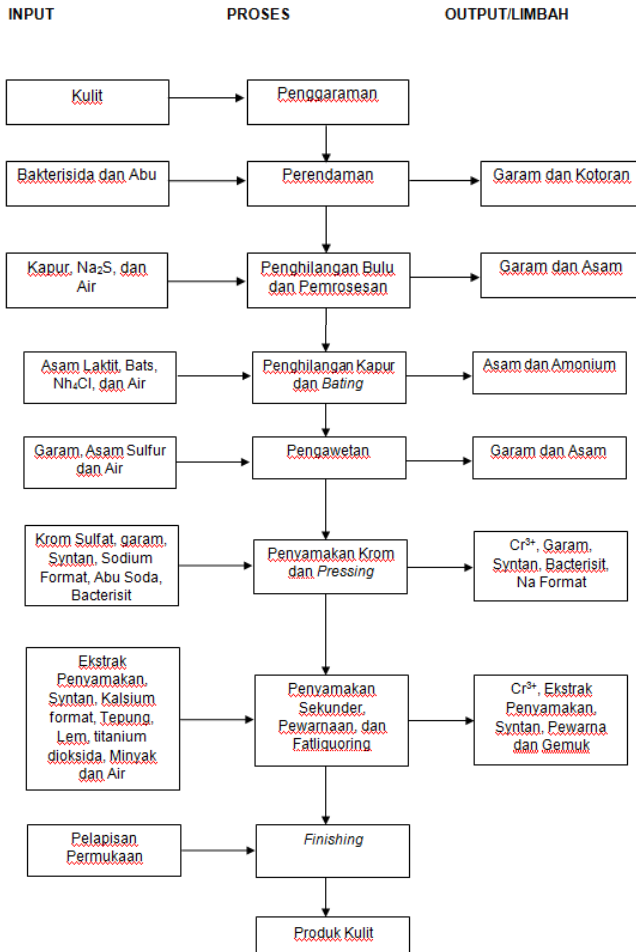
- 1) Proses pressing (*samming*) untuk menghilangkan kelembapan kulit segar.
- 2) Kemudian dilanjutkan proses pencukuran
- 3) Memberikan warna dan melembutkan kulit yang sudah disamak menggunakan minyak-minyak emulsi (*fatliquoring*), dan dilakukan penyamakan sekunder sesekali dengan menggunakan tannin sintesis (*syntans*) dan ekstrak penyamakan.

- 4) Mengeringkan dan mencukur tahap akhir.
- 5) Melapisi permukaan dan *buffing* (*finishing*)

### **2.2.2 Sumber Air Limbah Penyamakan Kulit**

Proses penyamakan kulit menggunakan air sebagai pelarut dan pembersih, sehingga air bekas proses penyamakan kulit ini dibuang sebagai air limbah. Air limbah hasil dari proses penyamakan kulit mengandung bahan kimia pembantu proses, lemak, protein, dan bahan organik lain dari kulit dan daging serta padatan.

Sumber dan jenis polutan yang ada pada setiap unit proses tersebut dapat dilihat seperti pada diagram alir proses penyamakan kulit di bawah ini :



Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Penyamakan Kulit

### 2.2.3 Karakteristik Air Limbah Penyamakan Kulit

Karakteristik limbah cair dapat diketahui menurut sifat-sifat dan karakteristik kimia, fisika, dan biologis yang dapat dijelaskan sebagai berikut :



## 1. Sifat Fisik

### a. *Total Suspended Solid (TSS)*

Air buangan industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah yang sangat bervariasi tergantung dari jenis industrinya.

### b. Bau

Umumnya disebabkan oleh gas hasil dekomposisi zat organik. Gas  $H_2S$  ini berasal dari reduksi sulfur oleh mikroorganisme secara anaerob.

### c. Temperatur

Pada umumnya temperatur air limbah lebih tinggi dari pada temperatur air minum (bersih). Dengan adanya penambahan air limbah yang temperaturnya lebih tinggi (lebih panas), mengakibatkan air yang tercemar suhunya akan sedikit lebih tinggi. Adanya kenaikan temperatur ini mempengaruhi :

- Kehidupan organisme di dalam air
- Kelarutan gas di dalam air
- Aktivitas bakteri di dalam air

### d. Warna

Air limbah yang masih segar umumnya berwarna abu-abu. Dengan terjadinya penguraian senyawa organik oleh bakteri, warna akan menjadi semakin hitam. Bila warnanya telah hitam dan berbau tidak sedap, berarti kondisi air tersebut telah septik atau busuk.

## 2. Sifat Kimia

### a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

*Biological Oxygen Demand (BOD)* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam mengoksidasi bahan organik yang biodegradable.

### b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand (COD)* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk

mengoksidasi bahan organik yang biodegradable dan non biodegradable.

c. Oksigen Terlarut (*Demand Oxygen/ DO*)

Keadaan oksigen terlarut (DO) berlawanan dengan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah oksigen terlarut. Keadaan oksigen terlarut dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan ikan dan biota dalam perairan. Kemampuan air untuk mengadakan pemulihan secara alami tergantung pada tersedianya oksigen terlarut. Angka DO yang tinggi menunjukkan keadaan air semakin baik.

d. Lemak dan Minyak

Kandungan lemak dan minyak yang terdapat dalam limbah bersumber dari industri yang mengolah bahan baku mengandung minyak bersumber dari proses klasifikasi dan proses perebusan. Lemak dan minyak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri.

3. Sifat Biologi

Bahan-bahan organik dalam air terdiri dari berbagai macam senyawaan. Protein adalah salah satu senyawa kimia organik yang membentuk rantai kompleks, mudah terurai menjadi senyawa-senyawa lain seperti asam amino. Sebagai bahan organik mengandung karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan phosphor. Penyebab bau busuk pada suatu limbah adalah dekomposisi dari zat-zat tersebut dalam jumlah besar.

#### **2.2.4 Baku Mutu Air Limbah Penyamakan Kulit**

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, di bawah ini

baku mutu air limbah untuk industri penyamakan kulit.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Penyamakan Kulit

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT				
<b>Volume Limbah Cair Maksimum per satuan Bahan Baku</b> <b>50 m<sup>3</sup>/ton Bahan baku kulit kering proses lengkap</b> <b>50 m<sup>3</sup>/ton Bahan baku kulit kering sampai proses <i>wet blue</i></b> <b>50 m<sup>3</sup>/ton Bahan baku kulit <i>wet blue</i> sampai produk jadi</b> <b>50 m<sup>3</sup>/ton Bahan baku untuk proses penyamakan menggunakan daun-daunan</b>				
Parameter	Kadar Maksimum			
	Proses Lengkap	Sampai <i>Wet Blue</i>	Bahan Baku <i>Wet Blue</i>	Menggunakan Daun-daunan
BOD <sub>5</sub>	100 mg/L	100 mg/L	75 mg/L	70 mg/L
COD	250 mg/L	250 mg/L	200 mg/L	180 mg/L
TSS	100 mg/L	100 mg/L	75 mg/L	50 mg/L
Krom Total (Cr)	0,50 mg/L	0,50 mg/L	0,30 mg/L	0,10 mg/L
Minyak dan Lemak	5 mg/L	5 mg/L	3 mg/L	5 mg/L
NH <sub>3</sub> -N (Amonia Total)	10 mg/L	10 mg/L	5 mg/L	0,5 mg/L
Sulfida (sebagai H <sub>2</sub> S)	0,8 mg/L	0,8 mg/L	0,5 mg/L	0,5 mg/L
pH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0

*Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*

## 2.2.5 Proses Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit

Salah satu proses penyamakan kulit adalah proses pengawetan kulit dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan pembantu proses. Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri penyamakan kulit meliputi beberapa proses, antara lain (BPPT, 2014) :

### 1. Penyaringan

Penyaringan ini digunakan untuk menyaring sampah / benda padat yang ikut mengalir

bersama air limbah agar tidak mengganggu proses berikutnya.

2. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi ini berfungsi menstabilkan aliran air limbah yang selanjutnya akan diproses secara fisik – kimia dan dilanjutkan dengan proses biologis.

3. Koagulasi – flokulasi

Penambahan bahan kimia pada air limbah dilakukan agar partikel yang sukar mengendap dapat menggumpal menjadi besar dan berat sehingga kecepatan pengendapannya lebih besar.

4. Sedimentasi (Pengendapan)

Tujuan dari pengendapan adalah menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan pengolahan selanjutnya.

5. Pengolahan secara Biologis

Pengolahan secara biologis menggunakan udara yang dihisap ke air limbah sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada di dalam air limbah. Dalam proses pertumbuhannya, mikroorganisme mendapatkan energi dari hasil penguraian zat organik. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan senyawa polutan pada air limbah.

6. Pengeringan Lumpur

Pengeringan lumpur bertujuan untuk mengurangi air yang terkandung dalam lumpur.

### 2.2.6 Unit Pengolahan Air Limbah yang Digunakan

Unit – unit pengolahan air limbah penyamakan kulit yang digunakan antara lain :

1. *Bar Screen*

Fungsi *screen* adalah :

- Menyaring benda-benda padat dan kasar yang ikut terbawa dalam air buangan

agar benda-benda tersebut tidak mengganggu aliran dalam saluran dan membahayakan atau merusak alat-alat, misalnya pompa, valve dan lainnya, serta mengganggu proses pengolahan air buangan. Benda-benda padat dan kasar ini antara lain plastik, batang kayu kecil, logam dan sebagainya.

- Mencegah timbulnya kerusakan atau penyumbatan (*clogging*) pada saluran dan pompa.

Secara garis besar, jenis screen dapat dibedakan menjadi dua tipe berdasarkan perbedaan bukaan atau jarak antar bar atau batang *screen*, yaitu :

- a. Saringan Kasar (*coarse screen*)  
Saringan kasar digunakan untuk menjaga alat-alat dan biasanya digunakan dalam unit pengolahan pertama. Tipenya secara umum adalah bar rack (*bar screen*), *coarse wire screen* dan *communitor*.
- b. Saringan halus (*fine screen*)  
Saringan halus memiliki bukaan berkisar antara 2,3 – 6 mm, bahkan untuk instalasi tertentu dapat lebih kecil daripada 2,3 mm. saringan ini biasanya digunakan untuk pengolahan pertama atau pengolahan pendahuluan.

Sedangkan menurut cara pembersihannya ada yang secara manual (biasanya untuk *coarse screen*) dan ada yang secara mekanis (untuk *fine screen*).

Kriteria desain untuk *bar screen*

Tabel 2. 2 Kriteria Desain *Bar Screen*

Parameter	Pembersihan Manual	Pembersihan Mekanik
Ukuran Batang (mm)	5 – 15	5 – 15
Lebar (mm)	25 – 50	50 - 75
Kedalaman (mm)		

Parameter	Pembersihan Manual	Pembersihan Mekanik
Jarak antar batang (mm)	25 – 75	15 – 70
Slope dari vertical (°)	45 – 60	60 – 90
Kecepatan melalui celah (m/detik)	0,3 – 0,6	0,6 – 1,0
Headloss yang diizinkan (mm)	150	150 - 600

Sumber : Metcalf & Eddy, 2003

Tabel 2. 3 Faktor Bentuk Batang ( $\beta$ )

No	Type Bar	$\beta$
1	Segi empat dengan sisi tajam	2,42
2	Segi empat sisi <i>semi circular</i> menghadap <i>up-stream</i>	1,83
3	<i>Circular</i>	1,79
4	Segi empat sisi <i>semi circular</i> menghadap <i>up-stream</i> dan <i>down stream</i>	1,67
5	<i>Tear</i>	0,76

Sumber : Qasim, 1985

Rumus-Rumus yang digunakan yaitu:

#### Lebar Bar Screen

Lebar *bar screen* = (n celah x lebar celah) + ((n celah - 1) x lebar bar)

#### Jumlah Bar

Jumlah Bar = n celah – 1

#### Lebar bukaan antar bar total (Lt)

$L_t = b \times n \text{ bar}$

#### Panjang kisi yang terendam air (Ls)

- $L_s \text{ peak } (Q_{\text{peak}}) = h \text{ peak} / \sin \alpha$
- $L_s \text{ min } (Q_{\text{min}}) = h \text{ min} / \sin \alpha$

#### Kehilangan Tekanan Dalam keadaan tersumbat

$$H_f = \frac{[V_{\text{max}}]^2 - [V_{\text{sal.pembawa}}]^2}{2g} \times \frac{1}{C}$$

#### Kehilangan Tekanan keadaan tidak tersumbat

$$V \text{ saat peak} = \frac{Q_{\text{peak}}}{L_t \times L_s \text{ peak}}$$

$$V \text{ saat min} = \frac{Q \text{ min}}{L_t \times L_s \text{ min}}$$

### Kehilangan Tekanan Saat Peak

$$H_v = (V \text{ peak})^2 / 2g$$

$$H_f = \beta \left[ \frac{wxn}{bx(n+1)} \right]^{4/3} h_v \cdot \sin \alpha$$

### Kehilangan Tekanan Saat Min

$$H_v = (V \text{ max})^2 / 2g$$

$$H_f = \beta \left[ \frac{wxn}{bx(n+1)} \right]^{4/3} h_v \cdot \sin \alpha$$

## 2. Bak Ekualisasi

### Kriteria Desain Bak Ekualisasi

$$T_d = 4 - 8 \text{ jam}$$

$$\text{Tinggi bak} = < 4 \text{ meter}$$

Tabel 2. 4 Kriteria Desain Mixer Bak Ekualisasi

Parameter Kinerja Mixer	Kriteria Desain
Volume	40 m <sup>3</sup>
Kedalaman	1,5 m – 2 m
Beban Air Limbah	< 1
Waktu Detensi	< 10 menit
Jangkauan Mixer	1,5 m – 2 m

## 3. Bak Netralisasi, Koagulasi, dan Flokulasi

Pada bak ini air limbah yang mengandung bahan pencemar akan dilakukan pengadukan cepat dan pengadukan lambat agar terbentuk flok – flok untuk memudahkan dalam pengolahan selanjutnya. Untuk dapat membentuk flok – flok tersebut, maka air limbah di dalam bak ini ditambahkan koagulan untuk mengikat partikel-partikel kecil yang mungkin terbawa oleh air limbah.

Jumlah bahan koagulan yang dibutuhkan dipengaruhi oleh jenis bahan koagulan, karakteristik limbah, serta kecepatan dan lama

pengadukan. Dalam praktik, dosis bahan – bahan koagulan ditentukan dengan percobaan *jar test* (Tjokrokusumo, 1995).

4. Bak Pengendap I

Kriteria Desain Bak Pengendap I (Circular)

$T_d = 1,5 - 2,5$  jam (Tipikal = 2,0 jam)

$Over\ flow\ rate = 30 - 50\ m^3/m^2.hari$  (Tipikal = 40)

$Weir\ loading = 125 - 500\ m^3/m.hari$  (tipikal = 250)

(Metcalf & Eddy, 2003)

Rumus-Rumus yang digunakan yaitu:

**Zona Inlet**

**Saluran Pembawa**

$$Kedalaman = \left( \frac{1,5874 \cdot Q \cdot n}{2 \cdot x \cdot s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Mayor Losses (hm)

$$v = \frac{1}{n} \left| \frac{WxH}{W + 2H} \right|^{2/3} x \left| \frac{H_f}{L} \right|^{1/2}$$

Headloss Kecepatan (Hv) =  $v^2 / 2g$

Headloss total saluran pembagi =  $H_f + H_v$

**Saluran Pembagi**

$$Kedalaman = \left( \frac{1,5874 \cdot Q \cdot n}{2 \cdot x \cdot s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Mayor Losses (hm) saluran pembagi

$$v = \frac{1}{n} \left| \frac{WxH}{W + 2H} \right|^{2/3} x \left| \frac{H_f}{L} \right|^{1/2}$$

Headloss Kecepatan (Hv) =  $v^2 / 2g$

Headloss total saluran pembagi =  $H_f + H_v$

Q tiap saluran =  $Q_{peak} / n$

**Settling Zone**

**Dimensi Bak Pengendap**

A surface = Q tiap bak / OFR

Volume bak (V) = Panjang x Lebar x

Kedalaman

**Cek OFR**



$$\text{Saat Q average} = (Q \text{ average} / (P \times L)) \times 86400$$

$$\text{Saat Q peak} = (Q_{\text{peak}} / (P \times L)) \times 86400$$

### **Cek Waktu Detensi**

$$\text{Saat Q average} = \text{Volume} / Q \text{ average}$$

$$\text{Saat Q peak} = \text{Volume} / Q \text{ peak}$$

### **Control Scouring**

$$\text{Kecepatan pengendapan (Vs)} = Q / A_s$$

$$\text{Diameter partikel (dp)} = \frac{(1,8 \times v_s \times v)^{1/2}}{(g \times (S_g - 1))^{1/2}}$$

Kecepatan *scouring* (Vsc) → dimana : k = 0,04  
dan f = 0,03

Kecepatan *scouring*

$$(V_{sc}) = \left( \frac{8k \times (S_g - 1) \times g \times d}{f} \right)^{1/2}$$

$$\text{Kecepatan Horizontal (Vh)} = Q_{\text{tiap bak}} / (h \times L)$$

### **Control Reynold**

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = (L \times H) / (L + 2H)$$

$$\text{Nre Partikel} = (v_s \times d) / \nu$$

$$\text{Nre Aliran} = (v_h \times R) / \nu$$

$$\text{Kontrol bilangan Froude (Nfr)} = (v \times h^2) / (g \times R)$$

### **Sludge Zone**

Densitas lumpur

$$= (\text{Densitas SS} \times 5\%) + (\text{Densitas air} \times 95\%)$$

$$\text{Volume lumpur} = \frac{\text{berat lumpur terendapkan}}{\text{densitas lumpur}}$$

Volume Ruang Lumpur

$$= (Q \text{ lumpur}) \times \text{waktu pengurasan}$$

Dimensi Ruang Lumpur

A1 = panjang ruang lumpur atas x lebar ruang lumpur atas

A2 = panjang ruang lumpur bawah x lebar ruang lumpur bawah

Tinggi (h)

$$= (\text{Volume zona lumpur} \times 3) / [A1 + A2 + (A1A2)^{1/2}]$$

### **Zona Outlet**

Total Panjang Weir (L) = Q/WLR

Jumlah Weir = total panjang weir/ lebar saluran

### **Tinggi air pada gutter**

$$= \left( \frac{Q_{bak}}{1,84 \times L} \right)^{2/3}$$

### **Tinggi air di atas weir**

$$Q = \frac{2}{3} \times Cd \times B \times \sqrt{2 \times 9,81} \times h^{3/2}$$

## **5. Bak Aerasi**

Rumus-Rumus yang digunakan yaitu:

### **Rasio F/M dan rata-rata waktu tinggal sel (c θ)**

$$F/M = (Q \cdot So) / (V \cdot X)$$

Dimana :

F/M = rasio makanan dan mikroorganisme (hr<sup>-1</sup>)

So = konsentrasi BOD atau COD influent, (mg/l)

Q = Debit air limbah yang masuk ke bak aerasi (m<sup>3</sup>/hari)

V = volume bak aerasi (m<sup>3</sup>)

X = konsentrasi volatile suspended solid (mg/l atau g/m<sup>3</sup>)

### **Sludge Volume Index**

$$SVI = (1000 \cdot Vs) / (MLSS)$$

Dimana :

SVI = Sludge Volume Index

Vs = Volume settling (ml)

MLSS = konsentrasi lumpur (mg/l)

### **Rasio Resirkulasi**

$$r = Q_r / Q$$

Dimana :

$r$  = rasio resikulasi

$Q_r$  = debit lumpur dari bak pengendap II yang diresirkulasi ( $m^3/dtk$ )

$Q$  = debit air limbah yang diolah ( $m^3/dtk$ )

### **Waktu proses/biodegradasi**

$$\Theta_H = V / (Q_{in} + Q_r)$$

Dimana :

$\Theta_H$  = waktu proses/biodegradasi (hari)

$V$  = Volume bak aerasi ( $m^3$ )

$Q_{in}$  = debit air limbah yang masuk ( $m^3/dtk$ )

$Q_r$  = debit lumpur yang di recycle ( $m^3/dtk$ )

### **Umur Lumpur**

$$\Theta_c = (V \cdot X) / (Q_w \cdot X_r)$$

Dimana :

$\Theta_c$  = umur lumpur (hari)

$V$  = volume bak aerasi ( $m^3$ )

$X$  = MLSS (mg/l)

$X_r$  = MLSS pada lumpur yang di resirkulasi (mg/l)

$Q_w$  = debit lumpur yang dibuang ( $m^3/hari$ )

### **Waktu Detensi (HRT)**

$$\Theta = V / Q$$

Dimana :

$\Theta$  = waktu detensi (jam)

$V$  = volume bak aerasi ( $m^3$ )

$Q$  = debit air limbah yang masuk ke bak aerasi ( $m^3/hari$ )

### **Volumetric Loading**

$$V_L = (Q \cdot S_o) / V$$

Dimana :

$V_L$  = volumetric loading (kg BOD/ $m^3 \cdot d$ )

$Q$  = debit air limbah yang masuk bak aerasi ( $m^3/hari$ )

$V$  = volume bak aerasi ( $m^3$ )

$S_o$  = konsentrasi substrat (mg BOD/L)

### Produksi Lumpur

$$P_x = Y_{obs} Q (S_o - S) / 1000$$

Dimana :

$P_x$  = produksi lumpur (kg/hari)

$Y_{obs}$  = koefisien yield observasi

$Q$  = debit air limbah yang masuk ke bak aerasi ( $m^3$ /hari)

$S, S_o$  = konsentrasi BOD di influen dan effluent (mg/l)

### Kebutuhan Oksigen Teoritis

$Kg O_2$

$$= \{ (Q(S_o - S)) / (BOD_5 / BOD_L) \} - 1,42 P_x$$

Dimana :

$O_2$  = Kebutuhan  $O_2$  (kg/hari)

$S_o$  = konsentrasi BOD pada influen (mg/l)

$S$  = konsentrasi BOD pada effluent (mg/l)

$P_x$  = produksi lumpur (kg/hari)

$Q$  = debit air limbah yang diolah ( $m^3$ /hari)

$F$  = faktor konversi  $BOD_5$  ke  $BOD_u$  (0,68)

#### 6. Bak Pengendap II

Kriteria	Desain	Bak	Pengendap	II
----------	--------	-----	-----------	----

(Rectangular)

$$OFR = (15 - 40) m^3/m^2 \cdot \text{hari}$$

$$\text{Kedalaman} = (3,5 - 5) m$$

$$\text{Solid loading} = (50 - 150) kg/m^2 \cdot \text{hari}$$

$$T_d = (2 - 6) \text{ jam}$$

(Metcalf & Eddy, 2003)

#### 7. Bak Filtrasi

Dalam pengolahan air limbah, filtrasi dioperasikan untuk pemisahan partikel pada effluent pengolahan air limbah secara kimia maupun biologi. Pemisahan padatan dilakukan dengan menggunakan media filter. Media filter merupakan bahan padat seperti pasir, batu

bara, kerikil, dan sebagainya yang tersusun sedemikian rupa, padatan yang dipisahkan tertahan pada permukaan dan sela-sela media filter.

#### 8. *Sludge Drying Bed*

Pengeringan lumpur pada *Sludge Drying Bed* (SDB), terjadi akibat adanya proses perkolasi dan evaporasi. Air yang berkurang karena proses perkolasi adalah antara 20-55%, bergantung pada kandungan awal *solids* dalam lumpur dan karakteristik solidnya. Perencanaan serta penggunaan sistem drying bed ini sangat bergantung pada kondisi iklim (hujan dan evaporasi).

Sistem ini biasanya terdiri dari pasir setebal 10-23 cm, di atas batuan atau kerikil bergradasi setebal 20-46 cm. Ukuran efektif pasir (ES) adalah (0,3-1,2) mm dan koefisien keseragaman (UC) yang lebih kecil dari 5,0. Kerikil yang dipergunakan mulai dari 0,32 cm sampai 2,54 cm. Di bawah kerikil dilengkapi dengan sistem perpipaan (*underdrains*) yang pada masing-masing pipa berjarak 2,7-6,1 m. Jenis pipa yang digunakan adalah VCP (*vitrified clay pipe*) dengan sambungan terbuka yang berdiameter minimum 10 cm dan slope minimum 1%. Air hasil saringan diresirkulasi ke *primary sedimentation*.

Lumpur basah yang akan dikeringkan, umumnya dituangkan di atas *drying bed*, dengan tebal 20-30 cm. Pengangkatan lumpur yang sudah kering ditentukan berdasarkan pengalaman dan sistem pembuangan yang ada. Pada saat ini lumpur biasanya mengandung 30-50% solids.

Rumus-Rumus yang digunakan yaitu:

#### **Karakteristik Lumpur**

Lumpur BP 1

= 5% TSS

## Lumpur BP 2

Konsentrasi TSS = 1.25% TSS

Konsentrasi Campuran

$$\frac{(Lumpur BP 1 \times Volume lumpur BP 1) + (Konsentrasi TSS \times Volume lumpur BP 2)}{Volume lumpur BP 1 + Volume lumpur BP 2}$$

$$Volume lumpur BP 1 + Volume lumpur BP 2$$

## Dimensi Sludge Drying Bed

Volume lumpur

$$= (Volume lumpur BP 1 + Volume BP 2) \times 3 \text{ hari}$$

$$Luas \text{ tiap bed} = \frac{Volume \text{ Lumpur}}{tebal \text{ lumpur}}$$

Kedalaman

= lapisan kerikil + lapisan pasir + tebal lumpur + freeboard

## Kadar Air

Kadar dry solid = 4.79%

Kadar air dalam cake = 65%

Volume cake kering =

$$\frac{volume \text{ lumpur} \times (100\% - kadar \text{ dry solid})}{100\% - kadar \text{ air dalam cake}}$$

$$100\% - kadar \text{ air dalam cake}$$

Volume air per hari

$$= (Volume \text{ lumpur} \times kadar \text{ air}) - (volume \text{ cake kering} \times kadar \text{ air dalam cake})$$

Cake basah =

$$\frac{kadar \text{ air dalam cake}}{100\% - kadar \text{ air dalam cake}} \times volume \text{ cake kering}$$

$$Volume \text{ air lumpur} = volume \text{ lumpur} \times kadar \text{ air}$$

$$Volume \text{ Air cake basah} = Volume \text{ air lumpur} -$$

$$Volume \text{ air tiap bed} = \frac{Volume \text{ air}}{jumlah \text{ bed}}$$

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Deskripsi Umum**

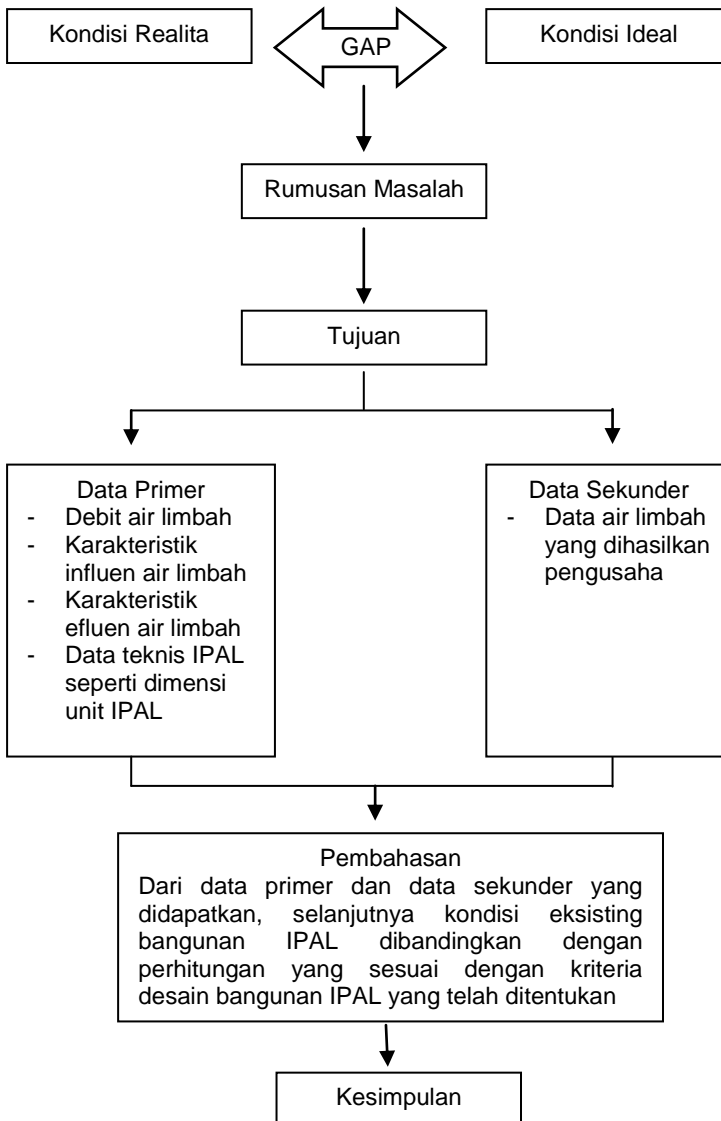
Metode penelitian merupakan rangkaian kegiatan yang menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian. Di dalam metode penelitian terdapat tahapan-tahapan yang sistematis dalam pelaksanaan penelitian mulai dari ide awal sampai dengan pembuatan laporan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan.

#### **3.2 Kerangka Penelitian**

Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian yaitu alur atau prosedur dalam penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini didasarkan pada kerangka penelitian yang terdiri dari “GAP” antara kondisi ideal dengan kondisi realita. Selanjutnya dilakukan persiapan penelitian yang terdiri dari pengumpulan data primer dan data sekunder yang selanjutnya akan dianalisis dan dibahas hasil penelitian yang telah dilakukan untuk merumuskan kesimpulan. Kerangka penelitian ini berfungsi sebagai berikut :

1. Sebagai gambaran awal tahapan penelitian sehingga memudahkan dalam penelitian dan penulisan laporan.
2. Dapat mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar tujuan dari penelitian ini tercapai.
3. Sebagai pedoman awal dalam pelaksanaan penelitian, sehingga kemungkinan kesalahan dalam penelitian dapat dihindari.
4. Memudahkan pembaca dalam memahami penelitian yang dilakukan.

Dapat dilihat kerangka penelitian yang disusun dalam Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian



### **3.3 Kondisi Realita dan Kondisi Ideal**

Kondisi realita Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan adalah debit air limbah terkadang melebihi kapasitas yang disediakan dan status efluen air limbah yang tidak stabil karena nilai parameter seperti BOD, COD, TSS, dan Ammonia terkadang melebihi baku mutu yang telah ditentukan.

Sedangkan kondisi ideal Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan adalah debit air limbah yang masuk 600 m<sup>3</sup>/hari dan status efluen air limbah industri penyamakan kulit menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013.

### **3.4 Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder**

#### **3.4.1 Pengumpulan Data Primer**

Data primer didapatkan dari hasil uji laboratorium. Data primer yang diperlukan untuk Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data karakteristik influen air limbah
2. Data karakteristik efluen air limbah
3. Data-data teknik tentang Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) seperti dimensi tiap unit bangunan IPAL yang didapatkan dari pengukuran secara manual dengan menggunakan meteran.
4. Debit air limbah hasil pengukuran secara manual.

Parameter yang digunakan untuk memperoleh data karakteristik influen dan efluen air limbah penyamakan kulit sebagai berikut :

1. BOD

Analisis BOD menggunakan prinsip Winkler yaitu reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen yang terkandung dalam air oleh mikroorganisme. Analisis ini dilakukan untuk

mengetahui tingkat biodegradasi air limbah. Bahan dan alat yang digunakan untuk analisis BOD antara lain larutan Buffet Fosfat, larutan Magnesium Sulfat, larutan Kalium Klorida, larutan Feri Klorida, bubuk Inhibitor Nitrifikasi, benih atau inoculum, larutan Mangan Sulfat, larutan Pereaksi Oksigen, Indikator Amilum 0.5%, Asam Sulfat pekat, larutan standar Natrium Tiosulfat, sampel air limbah penyamakan kulit, aerator, drum, botol winkler 300 ml dan 150 ml, inkubator, pipet, gelas ukur, buret, dan Erlenmeyer.

## 2. COD

Analisis COD dilakukan dengan prinsip Titimetri dengan melalui oksidasi oleh larutan  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui penurunan konsentrasi organik. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis COD antara lain, Erlenmeyer, buret, alat refluks dan pemanasnya, pipet, gelas beker, larutan Kalium Dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ), Kristal Perak ( $Ag_2SO_4$ ) dicampur dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), Kristal Merkuri Sulfat ( $Hg_2SO_4$ ), larutan Standar Fero Ammonia Sulfat, dan larutan indikator Fenantrolin Fero Sulfat.

## 3. TSS

Analisis TSS menggunakan metode Gravimetri. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis TSS antara lain, cawan porselen, *vacuum pump*, timbangan analisis, penjepit, oven, desikator, dan sampel air limbah penyamakan kulit.

## 4. Ammonia

Analisis Ammonia menggunakan metode Nessler-Spektrofotometri. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis Ammonia antara lain, Erlenmeyer 100 ml, spektrofotometer, kuvet, pipet volumetrik (2 ml, 5 ml, dan 10 ml), larutan

Garam Signet, larutan Nessler, dan sampel air limbah penyamakan kulit.

Analisis pH menggunakan pH meter. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis pH adalah gelas beker, pH meter, sampel air limbah penyamakan kulit dan aquades.

#### **3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder yang diperlukan untuk Tugas Akhir ini adalah hasil wawancara dengan pengusaha mengenai air limbah yang dihasilkan dari tiap unit usaha dan wawancara dengan petugas IPAL mengenai pengelolaan IPAL.

#### **3.5 Analisis Data dan Pembahasan**

Data primer berupa debit air limbah yang masuk ke IPAL, karakteristik influent dan effluen air limbah yang masuk serta data teknis unit bangunan IPAL dan data sekunder berupa hasil wawancara dari para pengusaha penyamakan kulit yang telah didapatkan selanjutnya dibandingkan dan dihitung dengan kriteria desain yang telah ditentukan dan dievaluasi sehingga menghasilkan rekomendasi seperti penambahan unit bangunan atau perubahan sistem pengolahan air limbah agar air limbah yang dibuang telah sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

#### **3.6 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah evaluasi kinerja IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan dan rekomendasi agar air limbah yang dibuang sudah sesuai baku mutu.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **4.1 Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan**

Lokasi industri penyamakan kulit adalah Jalan Teuku Umar No. 5 Kabupaten Magetan. Industri Penyamakan Kulit terletak di Dusun Tulung, Desa Ringinagung, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan. Desa Ringinagung ini secara geografis memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara adalah Desa Candirejo Kecamatan Magetan
2. Sebelah Selatan adalah Desa Sumber Dukun Kecamatan Ngariboyo
3. Sebelah Timur adalah Kelurahan Magetan Kecamatan Magetan
4. Sebelah Barat adalah Desa Sambirobyong Kecamatan Sidorejo

Luas area industri penyamakan kulit Magetan adalah empat hektar yang terdiri dari :

1. Dua hektar digunakan untuk UPT industri penyamakan kulit sebagai tempat pelayanan jasa bagi para penyamak kulit yang meliputi :
  - a. 1 kantor
  - b. 3 unit workshop penyamakan kulit
  - c. 1 musholla
  - d. 1 gedung diklat
  - e. 2 gudang
  - f. 1 bengkel
  - g. 1 unit IPAL
  - h. 1 laboratorium
2. Dua hektar digunakan untuk komunitas penyamak kulit sebagai lokasi bagi mereka untuk usaha penyamakan kulit.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan

## 4.2 IPAL Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan

### 4.2.1 Layout IPAL Industri Penyamakan Kulit

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit mengolah air limbah yang dihasilkan oleh 35 industri penyamakan kulit. Instalasi Pengolahan Air Limbah ini didesain dengan debit sebesar  $600\text{m}^3/\text{hari}$ . Layout Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan dapat dilihat pada lampiran 3.

### 4.2.2 Unit – Unit IPAL Industri Penyamakan Kulit

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) ini memiliki unit masing-masing berjumlah 2 buah, unit bangunan sebagai berikut :

#### a. *Bar Screen*

Di Instalasi Pengolahan Air Limbah industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan *bar screen* terdiri dari saringan kasar dan saringan

halus. Di IPAL ini *bar screen* berjumlah dua unit yang memiliki lebar saluran 1 meter, namun dalam pengoperasiannya yang digunakan hanya satu. Keduanya digunakan bersamaan jika air limbah yang masuk ke IPAL lebih banyak dari biasanya bahkan melampaui kapasitas IPAL. *Bar screen* ini berfungsi untuk menyaring benda-benda padat dan kasar yang terbawa dalam air limbah, agar benda tersebut tidak mengganggu aliran dalam saluran dan merusak unit pengolahan yang lain. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4a.



Gambar 4. 2 *Bar Screen*

a. Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan ini berjumlah dua unit. Bak ekualisasi (a) berukuran 10 m x 10 m x 3 m, sedangkan untuk bak ekualisasi (b) berukuran 10 m x 11,5 m x 3,35 m. Bak ekualisasi ini berfungsi untuk pengendapan lumpur karena lumpur yang masuk bersama air limbah dari industri-industri penyamakan kulit terlalu banyak dan dari industri tersebut tidak dilakukan *pre treatment*. Bak ekualisasi ini bertujuan mengurangi beban

air limbah yang akan masuk ke unit setelah bak ekualisasi. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4b dan 4c.



Gambar 4. 3 Bak Ekualisasi

b. Bak Netralisasi, Koagulasi, dan Flokulasi  
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan memiliki bak netralisasi, koagulasi, dan flokulasi sebanyak dua unit. Bak netralisasi, koagulasi, dan flokulasi (a) berukuran 3,3 m x 1,8 m x 1,37 m, sedangkan untuk bak netralisasi, koagulasi, dan flokulasi (b) berukuran 3,3 m x 1,8 m x 1 m. Bak netralisasi berfungsi untuk mengubah air limbah menjadi kondisi pH  $\pm 7$ . Bak netralisasi ini menggunakan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) karena air limbah penyamakan kulit bersifat basa. Bak koagulasi dan flokulasi berfungsi untuk membentuk flok agar di bak pengendap I lumpur tetap mengendap dan air limbah yang keluar dari bak pengendap lebih jernih. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4d dan 4e.



Gambar 4. 4 Bak Netralisasi, Koagulasi, dan Flokulasi



c. Bak Pengendap I

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan memiliki dua unit bak pengendap I yang berbentuk lingkaran. Bak pengendap I (a) berdiameter dan memiliki kedalaman 3,6 m, sedangkan untuk bak pengendap I (b) berdiameter 4,9 m dan memiliki kedalaman 3,6 m. Bak pengendap I ini berfungsi untuk mengurangi partikel yang mudah mengendap dan benda yang terapung serta mengurangi kandungan *suspended solid* (Eddy&Metcalf, 2003). Bak pengendap I ini sebagai *primary treatment* untuk air limbah. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4f dan 4g.



Gambar 4. 5 Bak Pengendap I

d. Bak Aerasi

Bak aerasi yang berada di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan berjumlah tiga unit. Bak aerasi (a) berukuran 19 m x 10 m x 3,05 m, bak aerasi (b) berukuran 19 m x 10 m x 3,10 m, sedangkan untuk bak aerasi (b) berukuran 11,3 m x 8 m x 2,80 m. Bak aerasi berfungsi untuk mengolah air limbah secara

biologis agar bakteri dalam air limbah tercukupi kebutuhan oksigennya. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4h, 4i, dan 4j.



Gambar 4. 6 Bak Aerasi

e. Bak Pengendap II

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan memiliki tiga unit bak pengendap II yang berbentuk persegi panjang. Bak pengendap II (a) berukuran 6 m x 4,5 m x 3,5 m, bak pengendap II (b) berukuran 6 m x 4,9 m x 3,3 m, sedangkan untuk bak pengendap II (c) berukuran 5,2 m x 5,2 m x 2,6 m. Bak pengendap II ini berfungsi untuk mengendapkan lumpur yang terbawa oleh air limbah dari bak aerasi. Bak pengendap II ini sebagai *secondary treatment* untuk air limbah. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4k, 4l, dan 4m.



Gambar 4. 7 Bak Pengendap II

f. Bak Filtrasi

Bak filtrasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan berjumlah 3 unit, namun satu unit tidak digunakan karena bak tersebut bocor. Bak filtrasi (a) berukuran 4,6 m x 4 m x 1,3 m, sedangkan untuk bak filtrasi (b) berukuran 4 m x 2,8 m x 1 m. Bak filtrasi berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel yang terbawa dengan efluen air limbah hasil olahan. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4n dan 4o.



Gambar 4. 8 Bak Filtrasi

g. Bak *Reuse*

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan memiliki satu unit bak *reuse*. Bak *reuse* berukuran 7,5 m x 2,8 m x 1,5 m. Fungsi bak *reuse* adalah mengolah efluen yang keluar dari bak filtrasi yang selanjutnya efluen air limbah tersebut akan digunakan kembali. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4p.



Gambar 4. 9 Bak *Reuse*

h. Bak Pengumpul Lumpur

Bak pengumpul lumpur di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan berjumlah 2 unit. Bak pengumpul lumpur (a) berukuran 4,5 m x 4 m x 3,3 m, sedangkan untuk bak pengumpul lumpur (b) berukuran 4,25 m x 4 m x 3,3 m. Bak Pengumpul Lumpur berfungsi sebagai tempat mengumpulkan lumpur yang berasal dari bak ekualisasi, bak pengendap I, dan bak pengendap II. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4q.



Gambar 4. 10 Bak Pengumpul Lumpur

i. *Sludge Drying Bed*

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan

memiliki 2 unit *Sludge Drying Bed* yang masing-masing berukuran 12 m x 11,2 m x 3 m. *Sludge Drying Bed* digunakan untuk mengeringkan lumpur yang berasal dari bak pengumpul lumpur yang selanjutnya lumpur kering tersebut dibuang ke TPA oleh pihak IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran 4r.



Gambar 4. 11 Bak Pengering Lumpur

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB 5**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Diagram Alir Proses IPAL Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan**

Proses pengolahan IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan terdiri dari tiga proses pengolahan, yaitu :

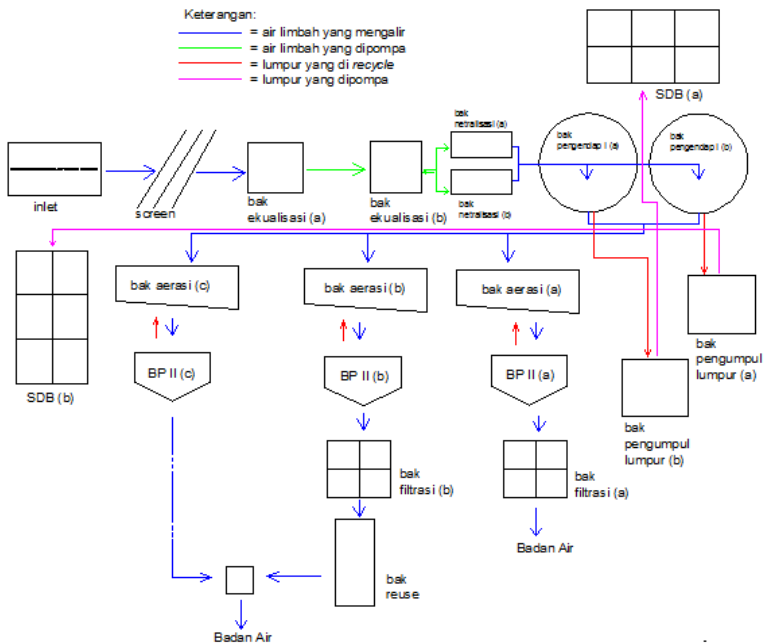
1. Pengolahan secara fisik – kimia, terdiri dari :
  - *Bar screen*
  - Bak ekualisasi
  - Bak netralisasi, koagulasi, flokulasi
  - Bak pengendap I
  - Bak pengendap II
  - Bak filtrasi
  - Bak *reuse*
  - Bak pengumpul lumpur
2. Pengolahan secara biologis, yaitu :
  - Bak aerasi
3. Pengolahan lumpur, yaitu :
  - *Sludge drying bed*

Air limbah dari masing – masing industri penyamakan kulit yang masuk ke IPAL disaring oleh *bar screen*. *Bar screen* terdiri dari saringan kasar yang digunakan untuk menyaring sisa potongan daging, lemak, dan partikel-partikel yang terbawa bersama air limbah dan saringan halus yang digunakan untuk menyaring partikel – partikel yang lolos dari saringan kasar. Selanjutnya air limbah mengalir ke bak ekualisasi (a). Bak ekualisasi di IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan difungsikan sebagai bak pengendap. Air limbah dari bak ekualisasi (a) dipompa menuju bak ekualisasi (b). Kemudian air limbah dari bak ekualisasi (b) dipompa menuju bak netralisasi, koagulasi, flokulasi, namun bak netralisasi, koagulasi, flokulasi tidak mampu menampung semua air limbah yang dipompa. Oleh sebab itu, air limbah yang dipompa dibagi menjadi dua bagian yaitu

menuju ke bak netralisasi, koagulasi, flokulasi dan dikembalikan ke bak ekualisasi (b). Di bak netralisasi, koagulasi, flokulasi, dilakukan pengadukan, penambahan asam sulfat untuk menstabilkan pH air limbah, penambahan tawas, serta penambahan flokulan untuk membentuk flok – flok pada air limbah. Selanjutnya air limbah dialirkan ke bak pengendap I dan lumpur dari bak pengendap I dialirkan ke bak pengumpul lumpur. Kemudian air limbah dari bak pengendap I dialirkan ke tiga bak aerasi. Selanjutnya dari masing – masing bak aerasi, air limbah dialirkan ke bak pengendap II. Lumpur dari bak pengendap II didaur ulang kembali untuk mencukupi kebutuhan mikroorganisme yang berada di bak aerasi.

Selanjutnya air limbah dari masing – masing bak pengendap II memiliki masing – masing treatment. Air limbah dari bak pengendap II (a) dialirkan menuju bak filtrasi (a) dengan media pecahan batu berdiameter  $\pm 10$  cm dan batu besar dan selanjutnya dari bak filtrasi (a) dibuang ke badan air. Untuk air limbah dari bak pengendap II (b) dialirkan ke bak filtrasi (b) dengan media pecahan batu berdiameter  $\pm 10$  cm dan batu besar dan selanjutnya dari bak filtrasi (b) dibagi menjadi dua aliran, yaitu langsung dialirkan ke badan air dan menuju bak *reuse* kemudian dialirkan ke badan air. Bak *reuse* ini berfungsi sebagai bak filtrasi. Sedangkan air limbah dari bak pengendap II (c) langsung dialirkan ke badan air. Lumpur dari bak pengendap I dan sebagian lumpur dari bak pengendap II dialirkan ke bak pengumpul lumpur yang kemudian lumpur tersebut dipompa ke *sludge drying bed*. Air limbah dari *sludge drying bed* dialirkan kembali ke bak ekualisasi yang selanjutnya dilakukan pengolahan kembali. Diagram alir proses pengolahan air limbah industri penyamakan kulit dapat dilihat pada gambar 5.1.





Gambar 5. 1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit

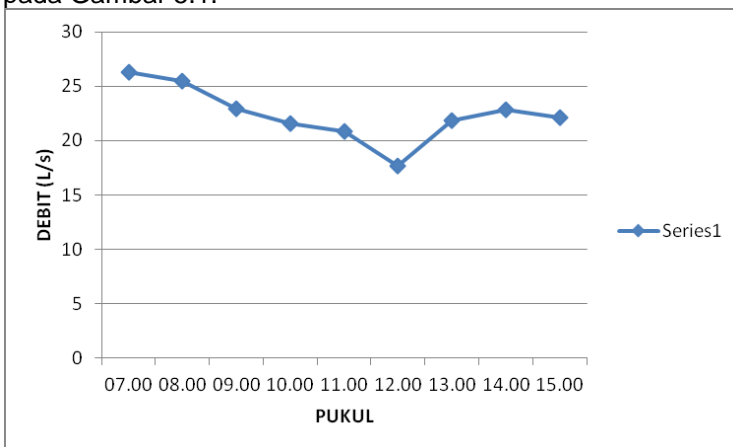
## 5.2 Debit Air Limbah

Debit air limbah yang didapatkan dari hasil pengukuran secara manual yaitu dengan menggunakan volume saluran dibagi dengan lamanya benda mengalir pada jarak yang telah ditentukan. Volume saluran didapatkan dengan pengukuran secara manual panjang, lebar, dan tinggi saluran menggunakan roll meter. Pengukuran debit dilakukan pada pukul 07.00 – 15.00 selama satu minggu. Hasil pengukuran dan fluktuasi debit dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Hasil Pengukuran Debit Air Limbah

PUKUL	DEBIT (L/detik)							
	1 Mei 2016	2 Mei 2016	3 Mei 2016	4 Mei 2016	5 Mei 2016	6 Mei 2016	7 Mei 2016	RATA-RATA
07.00	25	22	25	19	28	43	22	26
08.00	25	25	31	21	19	34	24	25
09.00	16	16	16	21	22	42	29	23
10.00	17	25	17	24	13	31	23	22
11.00	17	21	10	27	13	27	32	21
12.00	14	17	13	20	15	22	23	18
13.00	18	20	14	22	23	30	27	22
14.00	17	15	23	26	28	24	27	23
15.00	19	19	20	24	27	18	28	22

Dari hasil pengukuran debit di atas, didapatkan debit rata-rata ( $Q_{average}$ ) yaitu 22 L/detik dan debit puncak ( $Q_{peak}$ ) pada pukul 07.00 yaitu 26 L/detik. Grafik fluktuasi debit dari hasil pengukuran debit di atas dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Fluktuasi Debit Air Limbah

### 5.3 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah

Uji karakteristik air limbah ini dilakukan pada tanggal 7 Maret 2016 di Laboratorium Politeknik Kesehatan Lingkungan Kabupaten Magetan. Hasil dari uji karakteristik air limbah industri penyamakan kulit dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5. 2 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah**

NO	UNIT	PARAMETER				
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Ammonia (mg/L)	pH
1	Bak Ekualisasi (a)	158,50	413,60	198,00	7,78	7,50
	Bak Ekualisasi (b)	150,00	409,10	194,00	7,75	7,50
2	Bak Netralisasi (a)	127,40	354,50	170,00	5,98	7,50
	Bak Netralisasi (b)	127,40	354,50	170,00	5,98	7,50
3	Bak Pengendap I (a)	127,40	354,50	170,00	5,98	7,50
	Bak Pengendap I (b)	127,40	354,50	170,00	5,98	7,50
4	Bak Aerasi (a)	87,20	148,50	52,00	0,61	7,00
	Bak Aerasi (b)	86,10	136,40	48,00	0,59	7,00
	Bak Aerasi (c)	84,90	120,00	50,00	0,48	7,00
5	Bak Pengendap II (a)	87,20	148,50	52,00	0,61	7,00
	Bak Pengendap II (b)	86,10	136,40	48,00	0,59	7,00
	Bak Pengendap II (c)	84,90	120,00	50,00	0,48	7,00
6	Bak Filtrasi (a)	64,90	118,80	44,00	0,43	7,00
	Bak Filtrasi (b)	66,00	124,70	46,00	0,45	7,00
7	Bak Reuse	49,10	81,80	28,00	0,19	7,00

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

#### 5.4 Evaluasi IPAL Industri Penyamakan Kulit

Industri Penyamakan Kulit

a. Bahan Baku yang digunakan untuk proses penyamakan kulit antara lain :

- 1) Kulit mentah
- 2) Garam
- 3) Krom sulfat
- 4) Kapur
- 5) Sodium sulfida
- 6) Asam sulfat
- 7) Minyak emulsi

b. Karakteristik air limbah penyamakan kulit berdasarkan hasil analisis 7 Maret 2017 di Laboratorium Politeknik Kesehatan Lingkungan Kabupaten Magetan sebagai berikut :

- 1) BOD = 207,60 mg/L
- 2) COD = 545,50 mg/L
- 3) TSS = 248,00 mg/L
- 4) Ammonia = 10,80 mg/L
- 5) Cr = 1,55 mg/L
- 6) pH = 7,50

Tabel 5. 3 Evaluasi Sistem Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit

No	Unit Eksisting	Fungsi Unit	Hasil Evaluasi
1	Bak Ekualisasi	Menghomogenkan air limbah dan menstabilkan debit air limbah	Air limbah penyamakan kulit masing-masing mengandung bahan yang berbeda berdasarkan tahap-tahap dalam proses penyamakan kulit, untuk itu bak ekualisasi diperlukan untuk menghomogenkan air limbah dan menstabilkan debit air limbah penyamakan kulit yang dihasilkan
2	Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi	Menetralkan pH air limbah dengan penambahan zat kimia asam ataupun basa	Meskipun pH pada karakteristik awal air limbah sudah memenuhi baku mutu, namun bak netralisasi, koagulasi, flokulasi ini masih diperlukan untuk penambahan $\text{NaHSO}_3$ yang digunakan dalam mereduksi $\text{Cr}^{6+}$ menjadi $\text{Cr}^{3+}$
3	Bak Pengendap I	Mengendapkan senyawa organik dari air limbah	Bak pengendap I ini diperlukan untuk mengendapkan lumpur yang terbawa bersama air limbah penyamakan kulit
4	Bak Aerasi	Menguraikan polutan organik yang ada di air limbah dengan bantuan mikroorganisme dan diinjeksi oksigen menggunakan aerator	Untuk pengolahan air limbah secara biologis menggunakan bak aerasi ini.
5	Bak Pengendap II	Mengendapkan kelebihan lumpur aktif yang terbawa	Untuk mengendapkan sisa lumpur yang terbawa air

		bersama air limbah	limbah dari bak aerasi menggunakan bak pengendap II ini
6	Bak Filtrasi	Menyaring partikel-partikel yang terbawa bersama air limbah selama proses berlangsung	Adanya partikel-partikel yang terbawa air limbah selama proses berlangsung dapat disaring menggunakan bak filtrasi ini

Berdasarkan evaluasi sistem pengolahan air limbah penyamakan kulit di atas, maka unit – unit eksisting masih diperlukan dalam pengolahan air limbah penyamakan kulit.

Tabel 5. 4 Evaluasi IPAL Penyamakan Kulit

Parameter		Unit														
		Bak Ekualisasi (a)	Bak Ekualisasi (b)	Bak Netralisasi (a)	Bak Netralisasi (b)	Bak Pengendap I (a)	Bak Pengendap I (b)	Bak Aerasi (a)	Bak Aerasi (b)	Bak Aerasi (c)	Bak Pengendap II (a)	Bak Pengendap II (b)	Bak Pengendap II (c)	Bak Filtrasi (a)	Bak Filtrasi (b)	Bak Reuse
BOD (mg/L)	Influen	207,60	158,50	150,00	150,00	127,40	127,40	127,40	127,40	127,40	87,20	86,10	84,90	87,20	86,10	66,00
	Efluen	158,50	150,00	127,40	127,40	127,40	127,40	87,20	86,10	84,90	87,20	86,10	84,90	64,90	66,00	49,10
	%Removal	23,70	5,40	15,10	15,10	0,00	0,00	31,60	32,40	33,40	0,00	0,00	0,00	25,60	23,30	25,60
	Baku Mutu															
COD (mg/L)	Influen	545,50	413,60	409,10	409,10	354,50	354,50	354,50	354,50	354,50	148,50	136,40	120,00	148,50	136,40	124,70
	Efluen	413,60	409,10	354,50	354,50	354,50	354,50	148,50	136,40	120,00	148,50	136,40	120,00	118,80	124,70	81,80
	%Removal	24,20	1,10	13,30	13,30	0,0	0,0	58,10	61,50	66,10	0,00	0,00	0,00	20,00	8,60	34,40
	Baku Mutu															
TSS (mg/L)	Influen	248,00	198,00	194,00	194,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	52,00	48,00	50,00	52,00	48,00	46,00
	Efluen	198,00	194,00	170,00	170,00	170,00	170,00	52,00	48,00	50,00	52,00	48,00	50,00	44,00	46,00	28,00
	%Removal	25,30	2,10	12,40	14,10	0,00	0,00	69,40	71,80	70,60	0,00	0,00	0,00	16,70	4,30	39,10
	Baku Mutu															
Ammonia (mg/L)	Influen	10,80	7,78	7,75	7,75	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	1,61	1,59	1,48	1,61	1,59	0,45
	Efluen	7,78	7,75	5,98	5,98	5,98	5,98	1,61	1,59	1,48	1,61	1,59	1,48	0,43	0,45	0,19
	%Removal	28,00	0,40	22,80	22,80	0,00	0,00	73,10	73,40	75,30	0,00	0,00	0,00	73,30	7,70	57,80
	Baku Mutu															
Parameter Eksisting	Desain							F/M Rasio = 0,09 kg BOD/kg MLSS SVI = 355,88 mL/g $\Theta_c$ = 20 hari VL = 0,14 kg/m <sup>3</sup> .hari	F/M Rasio = 0,16 kg BOD/kg MLSS SVI = 111,11 mL/g $\Theta_c$ = 20 hari VL = 0,83 kg/m <sup>3</sup> .hari	F/M Rasio = 0,32 kg BOD/kg MLSS SVI = 209,68 mL/g $\Theta_c$ = 20 hari VL = 0,30 kg/m <sup>3</sup> .hari	OFR = 23,32 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari Kedalaman = 3,5 m Td = 3,6 jam	OFR = 21,42 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari Kedalaman = 3,3 m Td = 3,7 jam	OFR = 26,24 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari Kedalaman = 2,6 m Td = 2,37 jam			
		Tinggi bak = 3 m Laju pemompaan = 3 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .menit	Tinggi bak = 3,35 m Laju pemompaan = 3,35 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .menit	Td = 5,4 menit	Td = 3,6 menit	Td = 2,16 jam <i>Over flow rate</i> = 40 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari	Td = 1,71 jam <i>Over flow rate</i> = 50,42 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari									

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

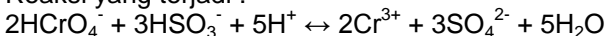


## 5.5 Parameter pada Air Limbah Industri Penyamakan Kulit

### c. Krom

Proses penyamakan kulit di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan menggunakan krom. Air limbah penyamakan kulit mengandung  $\text{Cr}^{6+}$ .  $\text{Cr}^{6+}$  yang merupakan logam berat dan toksik, tidak dapat diolah dengan proses pengendapan basa.  $\text{Cr}^{6+}$  harus direduksi terlebih dahulu menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  agar dapat diolah.  $\text{Cr}^{6+}$  tidak dapat diolah karena  $\text{Cr}(\text{OH})_6$  dapat larut dalam air, sedangkan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  dapat mengendap dengan baik.  $\text{Cr}^{6+}$  dapat direduksi menggunakan  $\text{SO}_2$  atau  $\text{NaHSO}_3$  pada suasana asam.

Reaksi yang terjadi :



Setelah itu,  $\text{Cr}^{3+}$  dapat diendapkan dengan menaikkan pH air limbah.

Pada industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan, influen air limbah mengandung krom sebesar 1,547 mg/L dan efluen air limbah mengandung krom sebesar 0,548 mg/L. Pada influen air limbah kandungan krom melebihi baku mutu air limbah penyamakan kulit yaitu 0,6 mg/L namun pada efluen air limbah yang dihasilkan setelah pengolahan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

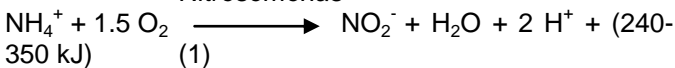
### d. Rasio C/N

Rasio makronutrien yang digunakan dalam pengolahan air limbah adalah C : N = 100 : 5 , misalnya pada bak aerasi (a) nilai BOD yang masuk sebesar 241,72 mg/L sedangkan nilai Nitrogen 127,6 mg/L, sehingga rasio C/N yang didapat adalah 2 : 1, sehingga apabila rasio C dan N tidak seimbang maka dapat dikatakan bahwa terjadi defisiensi nutrien di dalam proses. Untuk itu diperlukan tambahan C dan N berkala sebagai rekomendasi. Di IPAL industri penyamakan kulit kabupaten Magetan terjadi adanya ketidakseimbangan rasio C/N.

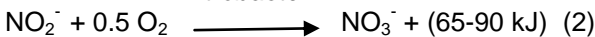
Nilai Nitrogen yang tinggi menyebabkan *rising sludge* dimana lumpur yang terdapat pada air limbah membentuk gumpalan dan terisi gelembung – gelembung nitrogen menyebabkan lumpur terangkat ke permukaan air.

Penyisihan Nitrogen dapat dilakukan dalam keadaan aerobik, anoxic, dan anaerobic. Dalam keadaan aerobik terdapat proses nitrifikasi dan asimilasi. Reaksi nitrifikasi sebagai berikut :

*Nitrosomonas*

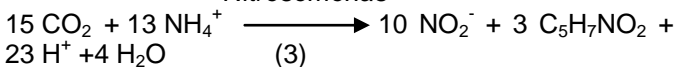


*Nitrobacter*

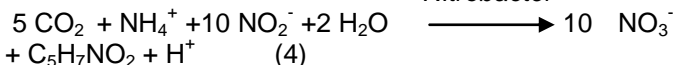


Reaksi Asimilasi sebagai berikut :

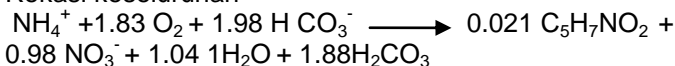
*Nitrosomonas*



*Nitrobacter*



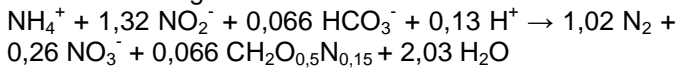
Reaksi keseluruhan



Dalam penyisihan nitrogen pada keadaan *anoxic* terdapat proses denitrifikasi. Proses anoksik menggunakan bahan organik sebagai elektron donor dengan menggunakan oksigen terikat yaitu nitrat nitrogen sebagai akseptor elektron juga dapat memecah organik menjadi  $\text{N}_2$  bebas (Metcalf dan Eddy, 2003).

Dalam penyisihan nitrogen pada keadaan anaerobic terdapat proses *annamox* (*Anaerobic Ammonium Oxidation*). *Anammox* merupakan proses oksidasi amonium nitrogen menjadi gas nitrogen yang menggunakan nitrit sebagai penerima elektron (Egli *et al.*, 2001). Hasil olahan senyawa nitrogen cukup besar yaitu 65% karena adanya mikroorganisme *anammox* yang dapat mereduksi amonium nitrogen dan nitrit

nitrogen menjadi N<sub>2</sub> gas. Reaksi biokimia proses *anammox* sebagai berikut :



Bakteri pada proses *anammox* ini adalah *Brocadia anammoxidans* (Kuenen dan Jetten, 2001) dan *Kuenenia stuttgartiensis* (Schmid *et al.*, 2003) yang keduanya disebut bakteri anaerobik autotrof.

e. Ammonia

Sumber ammonia di dalam air berasal dari pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik. Amonia juga berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri, dan domestik. Amonia bisa larut dalam air, reaksinya dengan air menghasilkan sedikit amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH). Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang sedikit akan bersifat racun juga.

## 5.6 Perhitungan Mass Balance

Karakteristik air limbah industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan didapatkan sebagai berikut :

BOD	= 207,6 mg/L
COD	= 545,5 mg/L
TSS	= 248 mg/L
Amonia	= 10,8 mg/L

Sedangkan baku mutu air limbah yang digunakan untuk kualitas air limbah mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013, dapat dilihat sebagai berikut :

BOD	= 50 mg/L
COD	= 110 mg/L
TSS	= 60 mg/L
Amonia	= 0,5 mg/L

Hasil perhitungan debit air limbah industri penyamakan kulit yang didapatkan sebagai berikut :

Q average	= 22 L/detik	= 1900 m <sup>3</sup> /hari
Q peak	= 26 L/detik	= 2246 m <sup>3</sup> /hari

### 5.6.1 Karakteristik Awal Air Limbah

Pada keadaan awal sebelum memasuki bangunan pengolahan, karakteristik air limbah dapat dilihat sebagai berikut :

- BOD
 
$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{BOD} = 207,6 \text{ mg/L}$$

$$= 0,2076 \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ BOD} = Q_{ave} \times [\text{BOD}]$$

$$= 1900 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,2076 \text{ kg/m}^3$$

$$= 394,44 \text{ kg/hari}$$
- COD
 
$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{COD} = 545,5 \text{ mg/L}$$

$$= 0,5455 \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ COD} = Q_{ave} \times [\text{COD}]$$

$$= 1900 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,5455 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1036,45 \text{ kg/hari}$$
- TSS
 
$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS} = 248 \text{ mg/L}$$

$$= 0,248 \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ TSS} = Q_{ave} \times [\text{TSS}]$$

$$= 1900 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,248 \text{ kg/m}^3$$

$$= 471,2 \text{ kg/hari}$$
- Amonia
 
$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Amonia} = 10,8 \text{ mg/L}$$

$$= 10,8 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ Amonia}$$

$$= Q_{ave} \times [\text{Ammonia}]$$

$$= 1900 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10,8 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$= 20,52 \text{ kg/hari}$$

Pada saat memasuki *bar screen*, karakteristik air limbah tidak mengalami perubahan karena tidak terjadi removal pada unit tersebut. Dalam hal ini air limbah dari *bar screen* memiliki nilai yang sama dengan karakteristik awal.

### 5.6.2 **Mass Balance Bak Ekualisasi**

Pada bak ekualisasi (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- **BOD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 394,44 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ BOD} = 23,7\% \times M \text{ BOD}$$

$$= 23,7\% \times 394,44 \text{ kg/hari}$$

$$= 93,48 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{influen} - M \text{ BOD}_{removal}$$

$$= 394,44 \text{ kg/hari} - 93,48 \text{ kg/hari}$$

$$= 300,96 \text{ kg/hari}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 1036,45 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 24,2\% \times M \text{ COD}$$

$$= 24,2\% \times 1036,45 \text{ kg/hari}$$

$$= 250,82 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ COD} = M \text{ COD}_{influen} - M \text{ COD}_{removal}$$

$$= 1036,45 \text{ kg/hari} - 250,82$$

$$\text{kg/hari}$$

$$= 785,63 \text{ kg/hari}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 471,2 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= 20,2\% \times M \text{ TSS} \\ &= 20,2\% \times 471,2 \text{ kg/hari} \\ &= 95,18 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 471,2 \text{ kg/hari} - 95,18 \text{ kg/hari} \\ &= 376,02 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Ammonia

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 20,52 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ Ammonia} &= 28\% \times M \text{ Ammonia} \\ &= 28\% \times 20,52 \text{ kg/hari} \\ &= 5,75 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ Ammonia} &= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\ &= 20,52 \text{ kg/hari} - 5,75 \text{ kg/hari} \\ &= 14,77 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Pada bak ekualisasi (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 300,96 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= 5,4\% \times M \text{ BOD} \\ &= 5,4\% \times 300,96 \text{ kg/hari} \\ &= 16,25 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}}$$

$$= 300,96 \text{ kg/hari} - 16,25 \text{ kg/hari}$$

$$= 284,71 \text{ kg/hari}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 785,63 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 1,1\% \times M \text{ COD}$$

$$= 1,1\% \times 785,63 \text{ kg/hari}$$

$$= 8,64 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ COD} = M \text{ COD}_{influen} - M \text{ COD}_{removal}$$

$$= 785,63 \text{ kg/hari} - 8,64 \text{ kg/hari}$$

$$= 776,99 \text{ kg/hari}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1894,25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 376,02 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ TSS} = 2,0\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 2,0\% \times 376,02 \text{ kg/hari}$$

$$= 7,52 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ TSS} = M \text{ TSS}_{influen} - M \text{ TSS}_{removal}$$

$$= 376,02 \text{ kg/hari} - 7,4 \text{ kg/hari}$$

$$= 368,50 \text{ kg/hari}$$

- **Ammonia**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 14,77 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ Ammonia} = 0,4\% \times M \text{ Ammonia}$$

$$= 0,4\% \times 14,77 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,06 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ Ammonia}$$

$$\begin{aligned}
 &= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\
 &= 14,77 \text{ kg/hari} - 0,06 \text{ kg/hari} \\
 &= 14,72 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

### 5.6.3 **Mass Balance Bak Netralisasi, Koagulasi, dan Flokulasi**

Pada bak netralisasi, koagulasi, flokulasi (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- **BOD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 284,71 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ BOD} = 15,1\% \times M \text{ BOD}$$

$$= 15,1\% \times 284,71 \text{ kg/hari}$$

$$= 42,99 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}}$$

$$= 284,71 \text{ kg/hari} - 42,99 \text{ kg/hari}$$

$$= 241,72 \text{ kg/hari}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 776,99 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 13,3\% \times M \text{ COD}$$

$$= 13,3\% \times 776,99 \text{ kg/hari}$$

$$= 103,34 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ COD} = M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}}$$

$$= 776,99 \text{ kg/hari} - 103,34 \text{ kg/hari}$$

$$= 673,65 \text{ kg/hari}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$



$$M \text{ TSS} = 368,50 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= 12,4\% \times M \text{ TSS} \\ &= 12,4\% \times 368,50 \text{ kg/hari} \\ &= 45,69 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 368,50 \text{ kg/hari} - 45,69 \text{ kg/hari} \\ &= 322,80 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Ammonia

#### **Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ave}} &= 950 \text{ m}^3/\text{hari} \\ M \text{ Ammonia} &= 14,72 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ Ammonia} &= 22,8\% \times M \text{ Ammonia} \\ &= 22,8\% \times 14,72 \text{ kg/hari} \\ &= 3,36 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ Ammonia} &= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\ &= 14,72 \text{ kg/hari} - 3,36 \text{ kg/hari} \\ &= 11,36 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Pada bak netralisasi, koagulasi, flokulasi (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

#### **Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ave}} &= 950 \text{ m}^3/\text{hari} \\ M \text{ BOD} &= 284,71 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= 15,1\% \times M \text{ BOD} \\ &= 15,1\% \times 284,71 \text{ kg/hari} \\ &= 42,99 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\ &= 284,71 \text{ kg/hari} - 42,99 \text{ kg/hari} \\ &= 241,72 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **COD**  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ COD} = 776,99 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ COD} = 13,3\% \times M \text{ COD}$   
 $= 13,3\% \times 776,99 \text{ kg/hari}$   
 $= 103,34 \text{ kg/hari}$   
**Efluen**  
 $M \text{ COD} = M \text{ COD}_{influen} - M \text{ COD}_{removal}$   
 $= 776,99 \text{ kg/hari} - 103,34 \text{ kg/hari}$   
 $= 673,65 \text{ kg/hari}$
- **TSS**  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ TSS} = 368,50 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ TSS} = 12,4\% \times M \text{ TSS}$   
 $= 12,4\% \times 368,50 \text{ kg/hari}$   
 $= 45,69 \text{ kg/hari}$   
**Efluen**  
 $M \text{ TSS} = M \text{ TSS}_{influen} - M \text{ TSS}_{removal}$   
 $= 368,50 \text{ kg/hari} - 45,69 \text{ kg/hari}$   
 $= 322,80 \text{ kg/hari}$
- **Ammonia**  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ Ammonia} = 14,72 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ Ammonia} = 22,8\% \times M \text{ Ammonia}$   
 $= 22,8\% \times 14,72 \text{ kg/hari}$   
 $= 3,36 \text{ kg/hari}$   
**Efluen**  
 $M \text{ Ammonia}$   
 $= M \text{ Ammonia}_{influen} - M \text{ Ammonia}_{removal}$   
 $= 14,72 \text{ kg/hari} - 3,36 \text{ kg/hari}$

$$= 11,36 \text{ kg/hari}$$

#### 5.6.4 Mass Balance Bak Pengendap I

Pada bak pengendap I (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 241,72 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ BOD} = 0\% \times M \text{ BOD}$$

$$= 0\% \times 241,72 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{influen} - M \text{ BOD}_{removal}$$

$$= 241,72 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 241,72 \text{ kg/hari}$$

- COD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 673,65 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 0\% \times M \text{ COD}$$

$$= 0\% \times 673,65 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M \text{ COD} = M \text{ COD}_{influen} - M \text{ COD}_{removal}$$

$$= 673,65 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 673,65 \text{ kg/hari}$$

- TSS

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 322,80 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ TSS} = 0\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 0\% \times 322,80 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

$$M_{TSS} = M_{TSS_{influen}} - M_{TSS_{removal}}$$

$$= 322,80 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 322,80 \text{ kg/hari}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$= 322,80 \text{ kg/hari}$$

Produksi lumpur

$$= (322,80 \text{ kg/hari}) / 6\%$$

$$= 5.380,06 \text{ kg/hari}$$

$$S_g = 1,02 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{air} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Debit lumpur

$$= M_{solid} / (S_g \times \rho_{air} \times 1000)$$

$$= \frac{5380,06 \text{ kg/hari}}{(1,02 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000)}$$

$$= 5,27 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{efluen} = Q_{ave} - \text{debit lumpur}$$

$$= 950 \text{ m}^3/\text{hari} - 5,27 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 944,73 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Ammonia

#### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{Ammonia} = 11,36 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$M_{Ammonia} = 0\% \times M_{Ammonia}$$

$$= 0\% \times 11,36 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

M Ammonia

$$= M_{Ammonia_{influen}} - M_{Ammonia_{removal}}$$

$$= 11,36 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 11,36 \text{ kg/hari}$$

Pada bak pengendap I (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 241,72 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ BOD} = 0\% \times M \text{ BOD}$$

$$= 0\% \times 241,72 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\ &= 241,72 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 241,72 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 673,65 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 0\% \times M \text{ COD}$$

$$= 0\% \times 673,65 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\ &= 673,65 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 673,65 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 950 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 322,80 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ TSS} = 0\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 0\% \times 322,80 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 322,80 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 322,80 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$\begin{aligned}
&= 322,80 \text{ kg/hari} \\
&\text{Produksi lumpur} \\
&= (322,80 \text{ kg/hari}) / 6\% \\
&= 5.380,06 \text{ kg/hari} \\
&\text{Sg} = 1,02 \text{ gr/cm}^3 \\
&\rho_{\text{air}} = 1 \text{ gr/cm}^3 \\
&\text{Debit lumpur} \\
&= M_{\text{solid}} / (\text{Sg} \times \rho_{\text{air}} \times 1000) \\
&= \frac{5380,06}{1,02 \times 1 \times 1000} \text{ m}^3/\text{hari} \\
&= 5,27 \text{ m}^3/\text{hari} \\
&Q_{\text{efluen}} = Q_{\text{ave}} - \text{debit lumpur} \\
&= 950 \text{ m}^3/\text{hari} - 5,27 \text{ m}^3/\text{hari} \\
&= 944,73 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

- **Ammonia**

**Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ave}} &= 950 \text{ m}^3/\text{hari} \\
M \text{ Ammonia} &= 11,36 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
M \text{ Ammonia} &= 0\% \times M \text{ Ammonia} \\
&= 0\% \times 11,36 \text{ kg/hari} \\
&= 0,0 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

**Efluen**

M Ammonia

$$\begin{aligned}
&= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\
&= 11,36 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\
&= 11,36 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

### 5.6.5 *Mass Balance* Bak Aerasi

Pada bak aerasi (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- **BOD**

**Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ave}} &= 641,16 \text{ m}^3/\text{hari} \\
M \text{ BOD} &= 241,72 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M \text{ BOD} &= 31.6\% \times M \text{ BOD} \\&= 31,6\% \times 241,72 \text{ kg/hari} \\&= 76,38 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\&= 241,72 \text{ kg/hari} - 76,38 \text{ kg/hari} \\&= 165,33 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 673,65 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M \text{ COD} &= 58,1\% \times M \text{ COD} \\&= 58,1\% \times 673,65 \text{ kg/hari} \\&= 391,39 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\&= 673,65 \text{ kg/hari} - 391,39 \text{ kg/hari} \\&= 282,26 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 322,80 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M \text{ TSS} &= 69,4\% \times M \text{ TSS} \\&= 69,4\% \times 322,80 \text{ kg/hari} \\&= 224,03 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\&= 322,80 \text{ kg/hari} - 224,03 \text{ kg/hari} \\&= 98,78 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

- **Ammonia**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 11,36 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M_{\text{Ammonia}} &= 73,1\% \times M_{\text{Ammonia}} \\&= 73,1\% \times 11,36 \text{ kg/hari} \\&= 8,30 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M_{\text{Ammonia}} &= M_{\text{Ammonia}_{\text{influen}}} - M_{\text{Ammonia}_{\text{removal}}} \\&= 11,36 \text{ kg/hari} - 8,30 \text{ kg/hari} \\&= 3,06 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Pada bak aerasi (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{\text{BOD}} = 241,72 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M_{\text{BOD}} &= 32,4\% \times M_{\text{BOD}} \\&= 32,4\% \times 241,72 \text{ kg/hari} \\&= 78,32 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M_{\text{BOD}} &= M_{\text{BOD}_{\text{influen}}} - M_{\text{BOD}_{\text{removal}}} \\&= 241,72 \text{ kg/hari} - 78,32 \text{ kg/hari} \\&= 163,40 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

- COD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{\text{COD}} = 673,65 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}M_{\text{COD}} &= 61,5\% \times M_{\text{COD}} \\&= 61,5\% \times 673,65 \text{ kg/hari} \\&= 414,29 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}M_{\text{COD}} &= M_{\text{COD}_{\text{influen}}} - M_{\text{COD}_{\text{removal}}} \\&= 673,65 \text{ kg/hari} - 414,29 \text{ kg/hari} \\&= 259,35 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

- TSS



**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 322,80 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ TSS} = 71,8\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 71,8\% \times 322,80 \text{ kg/hari}$$

$$= 231,77 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 322,80 \text{ kg/hari} - 231,77 \text{ kg/hari} \\ &= 91,03 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Ammonia

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 11,36 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ Ammonia} = 73,4\% \times M \text{ Ammonia}$$

$$= 73,4\% \times 11,36 \text{ kg/hari}$$

$$= 8,34 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ Ammonia} &= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\ &= 11,36 \text{ kg/hari} - 8,34 \text{ kg/hari} \\ &= 3,02 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Pada bak aerasi (c), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 241,72 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ BOD} = 33,4\% \times M \text{ BOD}$$

$$= 33,4\% \times 241,72 \text{ kg/hari}$$

$$= 80,73 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}
 M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\
 &= 241,72 \text{ kg/hari} - 80,73 \text{ kg/hari} \\
 &= 160,98 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 673,65 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
 M \text{ COD} &= 66,1\% \times M \text{ COD} \\
 &= 66,1\% \times 673,65 \text{ kg/hari} \\
 &= 445,28 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}
 M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\
 &= 673,65 \text{ kg/hari} - 445,28 \text{ kg/hari} \\
 &= 228,37 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 322,80 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
 M \text{ TSS} &= 70,6\% \times M \text{ TSS} \\
 &= 70,6\% \times 322,80 \text{ kg/hari} \\
 &= 227,90 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}
 M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\
 &= 322,80 \text{ kg/hari} - 227,90 \text{ kg/hari} \\
 &= 94,90 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- **Ammonia**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 11,36 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
 M \text{ Ammonia} &= 75,3\% \times M \text{ Ammonia} \\
 &= 75,3\% \times 11,36 \text{ kg/hari} \\
 &= 8,55 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}
 &M_{\text{Ammonia}} \\
 &= M_{\text{Ammonia}_{\text{influen}}} - M_{\text{Ammonia}_{\text{removal}}} \\
 &= 11,36 \text{ kg/hari} - 8,55 \text{ kg/hari} \\
 &= 2,81 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

### 5.6.6 Mass Balance Bak Pengendap II

Pada bak pengendap II (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{\text{BOD}} = 165,33 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M_{\text{BOD}} = 0\% \times M_{\text{BOD}}$$

$$= 0\% \times 165,33 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M_{\text{BOD}} = M_{\text{BOD}_{\text{influen}}} - M_{\text{BOD}_{\text{removal}}}$$

$$= 165,33 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 165,33 \text{ kg/hari}$$

- COD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{\text{COD}} = 282,26 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M_{\text{COD}} = 0\% \times M_{\text{COD}}$$

$$= 0\% \times 282,26 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$M_{\text{COD}} = M_{\text{COD}_{\text{influen}}} - M_{\text{COD}_{\text{removal}}}$$

$$= 282,26 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 282,26 \text{ kg/hari}$$

- TSS

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{TSS} = 98,78 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M_{TSS} &= 0\% \times M_{TSS} \\ &= 0\% \times 98,78 \text{ kg/hari} \\ &= 0,0 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M_{TSS} &= M_{TSS_{influen}} - M_{TSS_{removal}} \\ &= 98,78 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 98,78 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$= 98,78 \text{ kg/hari}$$

Produksi lumpur

$$= (98,78 \text{ kg/hari}) / 6\%$$

$$= 1.646,30 \text{ kg/hari}$$

$$S_g = 1,02 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{air} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Debit lumpur

$$\begin{aligned} &= M_{solid} / (S_g \times \rho_{air} \times 1000) \\ &= \frac{1.646,3}{1,02 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} \text{ kg/hari} \\ &= 1,61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{efluen} &= Q_{ave} - \text{debit lumpur} \\ &= 641,16 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,61 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 639,55 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### • Ammonia

##### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{Ammonia} = 3,06 \text{ kg/hari}$$

##### **Removal**

$$\begin{aligned} M_{Ammonia} &= 0\% \times M_{Ammonia} \\ &= 0\% \times 3,06 \text{ kg/hari} \\ &= 0,0 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

##### **Efluen**

M Ammonia

$$\begin{aligned} &= M_{Ammonia_{influen}} - M_{Ammonia_{removal}} \\ &= 3,06 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 3,06 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Pada bak pengendap II (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- **BOD**

- Influen**

- Diketahui :

- $Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$

- $M \text{ BOD} = 163,40 \text{ kg/hari}$

- Removal**

- $M \text{ BOD} = 0\% \times M \text{ BOD}$

- $= 0\% \times 163,40 \text{ kg/hari}$

- $= 0,0 \text{ kg/hari}$

- Efluen**

- $M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}}$

- $= 163,40 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$

- $= 163,40 \text{ kg/hari}$

- **COD**

- Influen**

- Diketahui :

- $Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$

- $M \text{ COD} = 259,35 \text{ kg/hari}$

- Removal**

- $M \text{ COD} = 0\% \times M \text{ COD}$

- $= 0\% \times 259,35 \text{ kg/hari}$

- $= 0,0 \text{ kg/hari}$

- Efluen**

- $M \text{ COD} = M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}}$

- $= 259,35 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$

- $= 259,35 \text{ kg/hari}$

- **TSS**

- Influen**

- Diketahui :

- $Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$

- $M \text{ TSS} = 91,03 \text{ kg/hari}$

- Removal**

- $M \text{ TSS} = 0\% \times M \text{ TSS}$

- $= 0\% \times 91,03 \text{ kg/hari}$

- $= 0,0 \text{ kg/hari}$

- Efluen**

$$\begin{aligned}
 M_{TSS} &= M_{TSS_{influen}} - M_{TSS_{removal}} \\
 &= 91,03 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\
 &= 91,03 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi TSS dalam lumpur } 6\% \\
 &= 91,03 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi lumpur} \\
 &= (91,03 \text{ kg/hari}) / 6\% \\
 &= 1517,18 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$S_g = 1,02 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{air} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Debit lumpur

$$\begin{aligned}
 &= M_{solid} / (S_g \times \rho_{air} \times 1000) \\
 &= \frac{1517,18}{1,02 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} \text{ kg/hari} \\
 &= 1,49 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{efluen} &= Q_{ave} - \text{debit lumpur} \\
 &= 652,36 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,49 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 650,87 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Ammonia

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M_{Ammonia} = 3,02 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M_{Ammonia} = 0\% \times M_{Ammonia}$$

$$= 0\% \times 3,02 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,0 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

M Ammonia

$$= M_{Ammonia_{influen}} - M_{Ammonia_{removal}}$$

$$= 3,02 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari}$$

$$= 3,02 \text{ kg/hari}$$

Pada bak pengendap II (c), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 160,98 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= 0\% \times M \text{ BOD} \\ &= 0\% \times 160,98 \text{ kg/hari} \\ &= 0,0 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\ &= 160,98 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 160,98 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **COD**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 228,37 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= 0\% \times M \text{ COD} \\ &= 0\% \times 228,37 \text{ kg/hari} \\ &= 0,0 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\ &= 228,37 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 228,37 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 94,90 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= 0\% \times M \text{ TSS} \\ &= 0\% \times 94,90 \text{ kg/hari} \\ &= 0,0 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 94,90 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\ &= 94,90 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$= 94,90 \text{ kg/hari}$$

Produksi lumpur

$$= (94,90 \text{ kg/hari}) / 6\%$$

$$\begin{aligned}
 &= 1581,74 \text{ kg/hari} \\
 \text{Sg} &= 1,02 \text{ gr/cm}^3 \\
 \rho_{\text{air}} &= 1 \text{ gr/cm}^3 \\
 \text{Debit lumpur} &= M_{\text{solid}} / (\text{Sg} \times \rho_{\text{air}} \times 1000) \\
 &= \frac{1581,74}{1 \times 1,02 \times 1000} \text{ kg/hari} \\
 &= 1,55 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 Q_{\text{effluen}} &= Q_{\text{ave}} - \text{debit lumpur} \\
 &= 595,94 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,55 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 594,39 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- **Ammonia**

**Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ave}} &= 595,94 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 M \text{ Ammonia} &= 2,81 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
 M \text{ Ammonia} &= 0\% \times M \text{ Ammonia} \\
 &= 0\% \times 2,81 \text{ kg/hari} \\
 &= 0,0 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Efluen**

M Ammonia

$$\begin{aligned}
 &= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\
 &= 2,81 \text{ kg/hari} - 0,0 \text{ kg/hari} \\
 &= 2,81 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

### 5.6.7 *Mass Balance* Bak Filtrasi

Pada bak filtrasi (a), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- **BOD**

**Influen**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ave}} &= 639,55 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 M \text{ BOD} &= 165,33 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
 M \text{ BOD} &= 25,6\% \times M \text{ BOD} \\
 &= 25,6\% \times 165,33 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$



$$= 42,33 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\ &= 165,33 \text{ kg/hari} - 42,33 \text{ kg/hari} \\ &= 123 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **COD**

#### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 639,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 282,26 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= 20\% \times M \text{ COD} \\ &= 20\% \times 282,26 \text{ kg/hari} \\ &= 56,45 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\ &= 282,26 \text{ kg/hari} - 56,45 \text{ kg/hari} \\ &= 225,81 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **TSS**

#### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 639,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 98,78 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= 15,4\% \times M \text{ TSS} \\ &= 15,4\% \times 98,78 \text{ kg/hari} \\ &= 15,21 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

#### **Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 98,78 \text{ kg/hari} - 15,21 \text{ kg/hari} \\ &= 83,57 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$= 83,57 \text{ kg/hari}$$

Produksi lumpur

$$= (83,57 \text{ kg/hari}) / 6\%$$

$$= 1392,77 \text{ kg/hari}$$

$$S_g = 1,02 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Debit lumpur

$$\begin{aligned}
&= M_{\text{solid}} / (S_g \times \rho_{\text{air}} \times 1000) \\
&= \frac{1392,77}{1 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} \quad \text{kg/hari} / (1,02) \\
&= 1,37 \text{ m}^3/\text{hari} \\
Q_{\text{efluen}} &= Q_{\text{ave}} - \text{debit lumpur} \\
&= 639,55 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,37 \text{ m}^3/\text{hari} \\
&= 638,18 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

- Ammonia

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 639,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 3,06 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
M \text{ Ammonia} &= 73,3\% \times M \text{ Ammonia} \\
&= 73,3\% \times 3,06 \text{ kg/hari} \\
&= 2,24 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

**Efluen**

M Ammonia

$$\begin{aligned}
&= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}} \\
&= 3,06 \text{ kg/hari} - 2,24 \text{ kg/hari} \\
&= 0,82 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

Pada bak filtrasi (b), *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 650,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ BOD} = 163,40 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$\begin{aligned}
M \text{ BOD} &= 23,3\% \times M \text{ BOD} \\
&= 23,3\% \times 163,40 \text{ kg/hari} \\
&= 38,07 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned}
M \text{ BOD} &= M \text{ BOD}_{\text{influen}} - M \text{ BOD}_{\text{removal}} \\
&= 163,40 \text{ kg/hari} - 38,07 \text{ kg/hari} \\
&= 125,33 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

- COD

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 650,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ COD} = 259,35 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ COD} = 8,6\% \times M \text{ COD}$$

$$= 8,6\% \times 259,35 \text{ kg/hari}$$

$$= 22,3 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ COD} &= M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}} \\ &= 259,35 \text{ kg/hari} - 22,3 \text{ kg/hari} \\ &= 237,05 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- **TSS**

**Influen**

Diketahui :

$$Q_{ave} = 650,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 91,03 \text{ kg/hari}$$

**Removal**

$$M \text{ TSS} = 4,3\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 4,3\% \times 91,03 \text{ kg/hari}$$

$$= 3,91 \text{ kg/hari}$$

**Efluen**

$$\begin{aligned} M \text{ TSS} &= M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}} \\ &= 91,03 \text{ kg/hari} - 3,91 \text{ kg/hari} \\ &= 87,12 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Konsentrasi TSS dalam lumpur 6%

$$= 87,12 \text{ kg/hari}$$

Produksi lumpur

$$= (87,12 \text{ kg/hari}) / 6\%$$

$$= 1451,94 \text{ kg/hari}$$

$$S_g = 1,02 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 1 \text{ gr/cm}^3$$

Debit lumpur

$$= M_{\text{solid}} / (S_g \times \rho_{\text{air}} \times 1000)$$

$$= \frac{1451,94}{1,02 \text{ gr/cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} \text{ kg/hari} = 1,42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1,42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{\text{efluen}} = Q_{\text{ave}} - \text{debit lumpur}$$

$$= 650,87 \text{ m}^3/\text{hari} - 1,42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 649,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Ammonia  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 650,87 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ Ammonia} = 3,02 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ Ammonia} = 71,7\% \times M \text{ Ammonia}$   
 $= 71,7\% \times 3,02 \text{ kg/hari}$   
 $= 2,17 \text{ kg/hari}$   
**Efluen**  
 $M \text{ Ammonia}$   
 $= M \text{ Ammonia}_{influen} - M \text{ Ammonia}_{removal}$   
 $= 3,02 \text{ kg/hari} - 2,17 \text{ kg/hari}$   
 $= 0,86 \text{ kg/hari}$

#### 5.6.8 Mass Balance Bak Reuse

Pada bak *reuse*, *mass balance* yang terjadi adalah sebagai berikut :

- BOD  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 649,45 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ BOD} = 125,33 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ BOD} = 25,6\% \times M \text{ BOD}$   
 $= 25,6\% \times 125,33 \text{ kg/hari}$   
 $= 32,08 \text{ kg/hari}$   
**Efluen**  
 $M \text{ BOD} = M \text{ BOD}_{influen} - M \text{ BOD}_{removal}$   
 $= 125,33 \text{ kg/hari} - 32,08 \text{ kg/hari}$   
 $= 93,24 \text{ kg/hari}$
- COD  
**Influen**  
Diketahui :  
 $Q_{ave} = 649,45 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 $M \text{ COD} = 237,05 \text{ kg/hari}$   
**Removal**  
 $M \text{ COD} = 34,4\% \times M \text{ COD}$

$$= 34,4\% \times 237,05 \text{ kg/hari}$$

$$= 81,55 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

$$M \text{ COD} = M \text{ COD}_{\text{influen}} - M \text{ COD}_{\text{removal}}$$

$$= 237,05 \text{ kg/hari} - 81,55 \text{ kg/hari}$$

$$= 155,50 \text{ kg/hari}$$

- **TSS**

#### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 649,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ TSS} = 87,12 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$M \text{ TSS} = 39,1\% \times M \text{ TSS}$$

$$= 39,1\% \times 87,12 \text{ kg/hari}$$

$$= 34,06 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

$$M \text{ TSS} = M \text{ TSS}_{\text{influen}} - M \text{ TSS}_{\text{removal}}$$

$$= 87,12 \text{ kg/hari} - 34,06 \text{ kg/hari}$$

$$= 53,05 \text{ kg/hari}$$

- **Ammonia**

#### **Influen**

Diketahui :

$$Q_{\text{ave}} = 649,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$M \text{ Ammonia} = 0,86 \text{ kg/hari}$$

#### **Removal**

$$M \text{ Ammonia} = 57,8\% \times M \text{ Ammonia}$$

$$= 57,8\% \times 0,86 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,61 \text{ kg/hari}$$

#### **Efluen**

$$M \text{ Ammonia}$$

$$= M \text{ Ammonia}_{\text{influen}} - M \text{ Ammonia}_{\text{removal}}$$

$$= 0,86 \text{ kg/hari} - 0,61 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,24 \text{ kg/hari}$$

### **5.6.9 Cek Mass Balance**

$$Q = Q_{\text{in}} = Q_{\text{out}}$$

$$Q_{\text{in}} = 1900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned}
Q_{out} &= Q_{lumur\ BP\ I\ (a)} + Q_{lumur\ BP\ I\ (b)} + Q_{lumur\ BP\ II\ (a)} \\
&\quad + Q_{lumur\ BP\ II\ (b)} + Q_{lumur\ BP\ II\ (c)} + Q_{efluen\ BP\ II} \\
&\quad (c) + Q_{lumur\ filtrasi\ (a)} + Q_{efluen\ filtrasi\ (a)} + \\
&\quad Q_{lumur\ filtrasi\ (b)} + Q_{lumur\ filtrasi\ (b)} + + + \\
&= 5,27\ m^3/hari + 5,27\ m^3/hari + 1,61\ m^3/hari \\
&\quad + 1,49\ m^3/hari + 1,55\ m^3/hari + 594,39 \\
&\quad m^3/hari + 1,37\ m^3/hari + 638,18\ m^3/hari + \\
&\quad 1,42\ m^3/hari + 649,45\ m^3/hari \\
&= 1900\ m^3/hari
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M\ BOD_{in} &= 394,44\ kg/hari \\
M\ BOD_{out} &= M\ BOD_{BP\ II\ (c)} + M\ BOD_{filtrasi\ (a)} + M\ BOD_{reuse} \\
&= 160,98\ kg/hari + 123,01\ kg/hari + 93,24 \\
&\quad kg/hari \\
&= 377,23\ kg/hari
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M\ COD_{in} &= 1036,45\ kg/hari \\
M\ COD_{out} &= M\ COD_{BP\ II\ (c)} + M\ COD_{filtrasi\ (a)} + M\ COD_{reuse} \\
&= 228,37\ kg/hari + 225,81\ kg/hari + 155,50 \\
&\quad kg/hari \\
&= 609,68\ kg/hari
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M\ TSS_{in} &= 471,20\ kg/hari \\
M\ TSS_{out} &= M\ TSS_{BP\ II\ (c)} + M\ TSS_{filtrasi\ (a)} + M\ TSS_{reuse} \\
&= 94,90\ kg/hari + 83,57\ kg/hari + 53,05 \\
&\quad kg/hari \\
&= 231,52\ kg/hari
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M\ Ammonia_{in} &= 20,5\ kg/hari \\
M\ Ammonia_{out} &= M\ Ammonia_{BP\ II\ (c)} + M\ Ammonia_{filtrasi\ (a)} + M \\
&\quad Ammonia_{reuse} \\
&= 2,81\ kg/hari + 0,82\ kg/hari + 0,24\ kg/hari \\
&= 3,86\ kg/hari
\end{aligned}$$

## 5.7 Dimensi Unit IPAL

Dimensi eksisting unit – unit Instalasi Pengolahan Air Limbah didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan roll meter. Berikut hasil pengukuran dimensi eksisting unit-unit yang ada di IPAL industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan pada Tabel 5.8

Tabel 5.5 Hasil Pengukuran Dimensi Eksisting Unit-Unit IPAL

NO	UNIT	DIMENSI				VOLUME (m <sup>3</sup> )
		P (m)	L (m)	D (m)	H (m)	
1	Bak Ekualisasi (a)	10	10	-	3,00	300,00
	Bak Ekualisasi (b)	11,5	10	-	3,35	385,25
2	Bak Netralisasi	3,3	1,8	-	1,37	8,14
	Bak Netralisasi	3,3	1,8	-	1,00	5,94
3	Bak Pengendap I (a)	-	-	5,5	3,60	85,49
	Bak Pengendap I (b)	-	-	4,9	3,60	67,85
4	Bak Aerasi (a)	19	10	-	3,05	579,50
	Bak Aerasi (b)	19	10	-	3,10	589,00
	Bak Aerasi (c)	11,3	8	-	2,80	253,12
5	Bak Pengendap II (a)	6	4,5	-	3,50	94,50
	Bak Pengendap II (b)	6	4,9	-	3,30	97,02
	Bak Pengendap II (c)	6	4	-	2,60	62,40
6	Bak Filtrasi (a)	4,6	4	-	1,50	20,70
	Bak Filtrasi (b)	4,0	2,8	-	1,00	6,44
7	Bak Reuse	7,5	2,8	-	1,50	31,50

Keterangan :

P = panjang

L = lebar

D = diameter

H = kedalaman

## 5.8 *Organic Loading Rate (OLR)* dan *Hydraulic Loading Rate (HLR)*

Berikut *Organic Loading Rate (OLR)* dan *Hydraulic Loading Rate (HLR)* tiap unit bangunan pengolahan :

### 5.8.1 *Organic Loading Rate (OLR)*

- a. Bak Ekualisasi (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{BOD}_{\text{in}} = 207,6 \text{ mg/L}$$

$$V_{\text{bak}} = 300 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [207,6 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{300 \text{ m}^3} \\ &= 1554,51 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

- b. Bak Ekualisasi (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{BOD}_{\text{in}} = 158,5 \text{ mg/L}$$

$$V_{\text{bak}} = 385,25 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [158,5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{385,25 \text{ m}^3} \\ &= 924,22 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

- c. Bak Netralisasi (a)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$



$$\begin{aligned}
 &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\
 \text{BODin} &= 150 \text{ mg/L} \\
 \text{Vbak} &= 8,14 \text{ m}^3 \\
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [150 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{8,14 \text{ m}^3} \\
 &= 41395,58 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

d. Bak Netralisasi (b)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$= 2246400 \text{ Liter/hari}$$

$$\text{BODin} = 150 \text{ mg/L}$$

$$\text{Vbak} = 5,94 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [150 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{5,94 \text{ m}^3} \\
 &= 56727,27 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

e. Bak Pengendap I (a)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$= 2246400 \text{ Liter/hari}$$

$$\text{BODin} = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$\text{Vbak} = 85,49 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{85,49 \text{ m}^3} \\
 &= 3347,66 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

f. Bak Pengendap I (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\ \text{BOD}_{\text{in}} &= 127,4 \text{ mg/L} \\ V_{\text{bak}} &= 67,85 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{67,85 \text{ m}^3} \\ &= 4218 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

g. Bak Aerasi (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\ \text{BOD}_{\text{in}} &= 127,4 \text{ mg/L} \\ V_{\text{bak}} &= 579,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{579,5 \text{ m}^3} \\ &= 493,86 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

h. Bak Aerasi (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\ \text{BOD}_{\text{in}} &= 127,4 \text{ mg/L} \\ V_{\text{bak}} &= 589 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \end{aligned}$$

$$\frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{589 \text{ m}^3}$$

$$= 485,9 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$$

i. Bak Aerasi (c)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{BOD}_{\text{in}} = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$V_{\text{bak}} = 253,12 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{253,12 \text{ m}^3} \\ &= 1130,65 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

j. Bak Pengendap II (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{BOD}_{\text{in}} = 87,2 \text{ mg/L}$$

$$V_{\text{bak}} = 94,5 \text{ m}^3$$

OLR

$$\begin{aligned} &\frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\ &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{94,5 \text{ m}^3} \\ &= 2072,87 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

k. Bak Pengendap II (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ &= 2246400 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$\text{BOD}_{\text{in}} = 86,1 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{bak}} &= 97,02 \text{ m}^3 \\
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[86,1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{97,02 \text{ m}^3} \\
 &= 1993,56 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

l. Bak Pengendap II (c)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\
 \text{BODin} &= 84,9 \text{ mg/L} \\
 V_{\text{bak}} &= 62,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[84,9 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{62,4 \text{ m}^3} \\
 &= 3056,4 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

m. Bak Filtrasi(a)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\
 \text{BODin} &= 87,2 \text{ mg/L} \\
 V_{\text{bak}} &= 20,7 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BODin}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times \left[87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}\right]}{20,7 \text{ m}^3} \\
 &= 9463,10 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

n. Bak Filtrasi (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\
 \text{BOD}_{\text{in}} &= 86,1 \text{ mg/L} \\
 V_{\text{bak}} &= 22,4 \text{ m}^3 \\
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [86,1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{22,4 \text{ m}^3} \\
 &= 8634,6 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

o. Bak Reuse

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 &= 2246400 \text{ Liter/hari} \\
 \text{BOD}_{\text{in}} &= 66 \text{ mg/L} \\
 V_{\text{bak}} &= 31,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{OLR} &= \frac{Q_{\text{peak}} \times [\text{BOD}_{\text{in}}]}{V_{\text{bak}}} \\
 &= \frac{2246400 \text{ L/hari} \times [66 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1\text{kg}/1000\text{mg}]}{31,5 \text{ m}^3} \\
 &= 4706,74 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

## 5.8.2 Hydraulic Loading Rate (HLR)

a. Bak Ekualisasi (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 A_s &= 10\text{m} \times 10 \text{ m} \\
 &= 100 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{HLR} &= Q / A \\
 &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1\text{m}^3/1000\text{L}}{100 \text{ m}^2} \\
 &=
 \end{aligned}$$

$$= 22,46 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2/\text{hari}$$

b. Bak Ekualisasi (b)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$A_s = 11,5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$$

$$= 115 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$\frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{115 \text{ m}^2}$$

$$=$$

$$= 19,53 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2/\text{hari}$$

c. Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi (a)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$A_s = 3,3 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}$$

$$= 5,94 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$\frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{5,94 \text{ m}^2}$$

$$=$$

$$= 378,18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2/\text{hari}$$

d. Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi (b)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$A_s = 3,3 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}$$

$$= 5,94 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$\frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{5,94 \text{ m}^2}$$

$$=$$

$$= 378,18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2/\text{hari}$$

e. Bak Pengendap I (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= \pi \times (5,5 \text{ m} / 2)^2 \\ &= 23,75 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

HLR

$$\begin{aligned} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{23,75 \text{ m}^2} \\ &= 94,59 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

f. Bak Pengendap I (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= \pi \times (4,9 \text{ m} / 2)^2 \\ &= 18,85 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

HLR

$$\begin{aligned} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{18,85 \text{ m}^2} \\ &= 119,17 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

g. Bak Aerasi (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= 19 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\ &= 190 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

HLR

$$\begin{aligned} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{190 \text{ m}^2} \\ &= 11,82 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

h. Bak Aerasi (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= 19 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\ &= 190 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{190 \text{ m}^2} \\ &= 11,82 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

i. Bak Aerasi (c)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= 11,3 \text{ m} \times 8 \text{ m} \\ &= 90,40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{90,40 \text{ m}^2} \\ &= 24,85 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

j. Bak Pengendap II (a)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= 6 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \\ &= 27 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HLR} &= Q / A \\ &= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{27 \text{ m}^2} \\ &= 83,2 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari} \end{aligned}$$

k. Bak Pengendap II (b)

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\ A_s &= 6 \text{ m} \times 4,9 \text{ m} \end{aligned}$$



$$= 29,4 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{29,4 \text{ m}^2}$$

$$= 76,41 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari}$$

l. Bak Pengendap II (c)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$As = 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$$

$$= 24 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{24 \text{ m}^2}$$

$$= 93,6 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari}$$

m. Bak Filtrasi (a)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$As = 4,6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$$

$$= 18,4 \text{ m}^2$$

HLR

$$= Q / A$$

$$= \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{ detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{18,4 \text{ m}^2}$$

$$= 122,09 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari}$$

n. Bak Filtrasi (b)

Diketahui :

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ Liter/detik}$$

$$As = 4 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}$$

$$= 11,2 \text{ m}^2$$

HLR

$$\begin{aligned}
 &= Q / A \\
 &\quad \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{m}^3 / 1000 \text{L}}{11,2 \text{ m}^2} \\
 &= 200,57 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

o. Bak Reuse

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ Liter/detik} \\
 A_s &= 7,5 \text{ m} \times 2,8 \text{ m} \\
 &= 21 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

HLR

$$\begin{aligned}
 &= Q / A \\
 &\quad \frac{26 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \times \frac{86400 \text{detik}}{\text{hari}} \times 1 \text{m}^3 / 1000 \text{L}}{21 \text{ m}^2} \\
 &= 106,97 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

## 5.9 Evaluasi Unit – Unit IPAL

### 5.9.1 Bak Ekualisasi

#### a. Bak Ekualisasi (a)

Bak ekualisasi (a) berfungsi untuk mengontrol dan menyamakan debit dan beban air limbah yang masuk ke IPAL. Debit yang masuk ke unit IPAL terjadi secara fluktuatif, dikarenakan industri yang menghasilkan air limbah berbeda jumlahnya.

Kriteria Desain Bak Ekualisasi (Metcalf and Eddy, 2003)

Tinggi bak = < 4 meter

Laju pemompaan = 0,01 – 0,015 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.menit

Diketahui

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ L/detik} = 2246 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Jumlah unit} = 1 \text{ bak}$$

$$P : L = 1 : 1$$

$$\text{Panjang (P)} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 3 \text{ m}$$

### Perhitungan

$$\begin{aligned}A_{\text{surface}} &= P \times L \\&= 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\&= 100 \text{ m}^2 \\A_{\text{cross}} &= L \times T \\&= 10 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\&= 30 \text{ m}^2 \\V \text{ bak} &= P \times L \times T \\&= 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\&= 300 \text{ m}^3 \\Td \text{ sekarang} &= \text{Volume} / Q \\&= \frac{300 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}} \\&= 3,21 \text{ jam}\end{aligned}$$

Laju Pemompaan yang dibutuhkan

$$= \text{Laju pemompaan} \times \text{Volume bak}$$

$$= 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{menit} \times 300 \text{ m}^3$$

$$= 3 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Dari hasil perhitungan di atas, td yang didapatkan sebesar 3,21 jam dan laju pemompaan yang dibutuhkan sebesar 3 m<sup>3</sup>/menit.

### **b. Bak Ekualisasi (b)**

Bak ekualisasi (b) digunakan untuk mengontrol dan menyamakan debit dan beban air limbah yang masuk ke IPAL. Industri penyamakan kulit menghasilkan air limbah yang berbeda jumlahnya, sehingga debit yang masuk ke unit IPAL terjadi secara fluktuatif.

Kriteria Desain Bak Ekualisasi (Metcalf and Eddy, 2003)

$$\text{Tinggi bak} = < 4 \text{ meter}$$

$$\text{Laju pemompaan} = 0,01 - 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{menit}$$

Diketahui

$$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ L/detik} = 2246 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah unit} = 1 \text{ bak}$$

$$P : L = 1 : 1$$

$$\text{Panjang (P)} = 11,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar (L)} &= 10 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman} &= 3,35 \text{ m} \\
 \text{Perhitungan} \\
 A_{\text{surface}} &= P \times L \\
 &= 11,5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\
 &= 115 \text{ m}^2 \\
 A_{\text{cross}} &= L \times T \\
 &= 10 \text{ m} \times 3,35 \text{ m} \\
 &= 33,5 \text{ m}^2 \\
 V \text{ bak} &= P \times L \times T \\
 &= 11,5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3,35 \text{ m} \\
 &= 385,25 \text{ m}^3 \\
 Td \text{ sekarang} &= \text{Volume} / Q \\
 &= \frac{385,25 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}} \\
 &= 4,12 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Laju Pemompaan yang dibutuhkan

= Laju pemompaan x Volume bak

=  $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{menit} \times 385,25 \text{ m}^3$

=  $3,85 \text{ m}^3/\text{menit}$

Dari hasil perhitungan di atas, td yang didapatkan sebesar 4,12 jam dan laju pemompaan yang dibutuhkan sebesar  $3,85 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

## 5.9.2 Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi

### a. Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi (a)

Kriteria Desain

$Td = 5 - 10 \text{ menit}$

Diketahui

$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ L/detik}$   
 $= 2246 \text{ m}^3/\text{hari}$

Jumlah unit = 1 bak

Panjang = 3,3 m

Lebar = 1,8 m

Kedalaman = 1,37 m

Perhitungan :

Volume =  $3,3 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 1,37 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 &= 8,14 \text{ m}^3 \\
 T_d &= V / Q_{\text{peak}} \\
 &= \frac{8,14 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}} \\
 &= 0,09 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

#### b. Bak Netralisasi, Koagulasi, Flokulasi (a)

##### Kriteria Desain

$$T_d = 5 - 10 \text{ menit}$$

##### Diketahui

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ L/detik} \\
 &= 2246 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah unit} = 1 \text{ bak}$$

$$\text{Panjang} = 3,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 1,0 \text{ m}$$

##### Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 3,3 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \\
 &= 5,94 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= V / Q_{\text{peak}} \\
 &= \frac{5,94 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,06 \text{ jam}$$

#### 5.9.3 Bak Pengendap I

##### a. Bak Pengendap I (a)

##### Kriteria Desain Bak Pengendap I (Circular)

$$T_d = 1,5 - 2,5 \text{ jam (Tipikal = 2,0 jam)}$$

$$\text{Over flow rate} = 30 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari} \text{ (Tipikal = 40)}$$

$$\text{Weir loading} = 125 - 500 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{hari} \text{ (tipikal = 250)}$$

(Metcalf & Eddy, 2003)

##### Diketahui

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{peak}} &= 26 \text{ L/detik} \\
 &= 2246 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Jumlah unit = 1 bak

Diameter = 5,5 m

Kedalaman = 3,6 m

Perhitungan

$$\begin{aligned}V \text{ bak} &= \pi \times R^2 \times T \\&= 3,14 \times (5,5 \text{ m}/2)^2 \times 3,6 \text{ m} \\&= 85,5 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_d \text{ sekarang} &= \text{Volume} / Q_{\text{peak}} \\&= \frac{85,5 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}} \\&= 0,91 \text{ jam}\end{aligned}$$

*Over flowrate*

$$\begin{aligned}&= Q_{\text{bak}} / \text{Luas unit} \\&= 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / (\pi r^2) \\&= 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / (3,14 \times 2,75^2) \\&= 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / 23,75 \text{ m}^2 \\&= 94,57 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}\end{aligned}$$

**b. Bak Pengendap I (b)**

Kriteria Desain Bak Pengendap I (Circular)

$T_d = 1,5 - 2,5 \text{ jam}$  (Tipikal = 2,0 jam)

*Over flow rate* = 30 – 50  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$   
(Tipikal = 40)

*Weir loading* = 125 – 500  $\text{m}^3/\text{m}.\text{hari}$   
(tipikal = 250)

(Metcalf & Eddy, 2003)

Diketahui

$Q_{\text{peak}} = 26 \text{ L/detik}$

$= 2246 \text{ m}^3/\text{hari}$

Jumlah unit= 1 bak

Diameter = 4,9 m

Kedalaman= 3,6 m

Perhitungan

$$\begin{aligned}V \text{ bak} &= \pi \times R^2 \times T \\&= 3,14 \times (4,9 \text{ m}/2)^2 \times 3,6 \text{ m} \\&= 67,85 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$T_d \text{ sekarang} = \text{Volume} / Q$

$$\begin{aligned}
 & \frac{67,85 \text{ m}^3}{2246 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 1 \frac{\text{hari}}{24} \text{ jam}} \\
 & = 0,73 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Over flowrate

$$\begin{aligned}
 & = Q_{\text{bak}} / \text{Luas unit} \\
 & = 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / (\pi r^2) \\
 & = 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / (3,14 \times 2,45^2) \\
 & = 2246 \text{ m}^3/\text{hari} / 18,84 \text{ m}^2 \\
 & = 119,21,84 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas bak pengendap I (b) tidak memenuhi kriteria desain untuk  $t_d = 0,73 \text{ jam}$  dan over flowrate =  $119,21,84 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$ .

#### 5.9.4 Bak Aerasi

##### a. Bak Aerasi (a)

- Evaluasi Dimensi Bak

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \theta_c & = 20 \text{ hari} \\
 Q & = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 Y & = 0,6 \text{ mg/mg} \\
 S_o & = 127,4 \text{ mg/L} \\
 S & = 87,2 \text{ mg/L} \\
 X & = 620 \text{ mg/L} \\
 K_d & = 0,06 \text{ per hari}
 \end{aligned}$$

Volume bak

$$\begin{aligned}
 & \frac{\theta_c \cdot Q \cdot Y \cdot (S_o - S)}{X(1 + K_d \cdot \theta_c)} \\
 & = \frac{20 \text{ hari} \times 641,16 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \frac{\text{mg}}{\text{mg}} \times (127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{620 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times (1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 20 \text{ hari})} \\
 & = 226,76 \text{ m}^3 \\
 P : L & = 2 : 1 \\
 H_{\text{total}} & = 3,05 \text{ m} \\
 L \times 2L \times H & = 226,76 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$2L^2 \times 3,05 \text{ m} = 226,76 \text{ m}^3$$

$$L = 6,10 \text{ m}$$

$$P = 12,19 \text{ m}$$

Dimensi Kondisi Aktualnya yaitu :

$$\text{Panjang} = 19 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 3,05 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 579,5 \text{ m}^3$$

Jadi perhitungan dimensi aktual dengan perhitungan berdasarkan parameter dari hasil laboratorium tidak jauh berbeda.

- **Evaluasi Proses Lumpur Aktif**

- a) **F/M Rasio**

$$\text{Volume bak aerasi (a)} = 579,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit air limbah} = 641,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{BODinfluen} = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$\text{BODefluen} = 87,2 \text{ mg/L}$$

$$\text{MLSS} = 1020 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} F/M &= \frac{Q \cdot S_o}{V \cdot X} \\ &= \frac{641,16 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{579,50 \text{ m}^3 \times 1020 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\ &= 0,09 \text{ kg BOD/kg MLSS} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan F/M Rasio bak aerasi (a) di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan yaitu 0,09 kg BOD/kg MLSS dimana nilai F/M Rasio tersebut tidak masuk dalam kriteria desain F/M Rasio yaitu 0,2 – 0,6 kg BOD/kg MLSS, maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan mikroorganisme akan nutrisi belum terpenuhi.

- b) **SVI**

$$V_s = 363 \text{ mL}$$

$$\text{SVI} = 1000 \cdot V_s / \text{MLSS}$$

$$= (1000 \times 363 \text{ mL}) / 1020 \text{ mg/L}$$



$$= 355,88 \text{ mL/g}$$

Hasil perhitungan di atas didapatkan nilai SVI sebesar 355,88 mL/g. Menurut Eckenfelder dan Grau, SVI normal untuk pengendapan berkisar antara 100-200 mL/g. pada bak aerasi (a) nilai SVI melebihi 200 mL/g, hal ini menyebabkan kualitas pengendapan lumpur buruk.

**c) Rasio Resirkulasi**

$$Q_r = 97,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$r = Q_r / Q$$

$$= \frac{97,2 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{629,82 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,15$$

Perhitungan di atas didapatkan nilai rasio resirkulasi adalah 0,15. Nilai ini tidak memenuhi kriteria desain untuk tipe lumpur aktif yaitu 0,25 – 1.

**d) Umur Lumpur**

$$X_r = 1 / \text{SVI}$$

$$= \frac{1}{355,88 \frac{\text{mL}}{\text{gram}} \times 1 \frac{\text{gram}}{1000 \text{ mg}} \times 1 \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}}}$$

$$= 2809,91 \text{ mg/L MLSS}$$

$$Q_w = \frac{V \cdot X}{Q_c \cdot X_r}$$

$$= \frac{579,5 \text{ m}^3 \times 1020 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{20 \text{ hari} \times 2809,91 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}$$

$$= 10,52 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\Theta_c = \frac{V \cdot X}{Q_w \cdot X_r}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{579,5 \text{ m}^3 \times 1020 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{10,52 \text{ hari} \times 2809,91 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 & = 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan bahwa didapatkan umur lumpur 20 hari. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria desain menurut Metcalf and Eddy, 2003 yaitu selama 3 – 15 hari. Jika umur lumpur lebih dari 15 hari, maka partikel flok menjadi kecil dan fraksi kehidupan sel dalam biomassa menjadi rendah.

**e) HRT dan Waktu Biodegradasi**

$$\begin{aligned}
 \Theta &= V / Q \\
 &= \frac{579,50 \text{ m}^3}{641,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 0,90 \text{ hari} \\
 \Theta_H &= \frac{(Q_{in} + Q_r)}{\frac{641,16 \text{ m}^3}{\text{hari}} + 97,2 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 0,78 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas waktu detensi bak aerasi (a) yaitu 0,90 hari dan waktu biodegradasi selama 0,78 hari.

**f) Volumetric Loading**

$$\begin{aligned}
 & \frac{(Q \times S_o)}{V} \\
 &= \frac{\left( \frac{641,16 \text{ m}^3}{\text{hari}} \times 127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)}{579,5 \text{ m}^3} \\
 &= \frac{1000}{0,14 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *volumetric loading* adalah 0,14 kg/m<sup>3</sup>.hari. Nilai ini tidak sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,6 – 1,6 kg/m<sup>3</sup>.hari.

#### g) Komposisi Nutrisi

Pada bak aerasi (a) nilai Nitrogen sebesar 127,6 mg/L dan nilai BOD yang masuk sebesar 127,4 mg/L. Hal ini menandakan bahwa ada ketimpangan rasio BOD : N : P, yang mana nilai Nitrogen lebih besar dari nilai BOD. Adanya *bulking sludge* dan *foam* pada bak aerasi (a) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan dikarenakan tidak seimbangnya rasio BOD : N : P.

#### b. Bak Aerasi (b)

##### • Evaluasi Dimensi Bak

Diketahui :

$$\theta_c = 20 \text{ hari}$$

$$Q = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Y = 0,6 \text{ mg/mg}$$

$$S_o = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$S = 86,1 \text{ mg/L}$$

$$X = 594 \text{ mg/L}$$

$$K_d = 0,06 \text{ per hari}$$

Volume bak

$$\frac{\theta_c \cdot Q \cdot Y \cdot (S_o - S)}{X(1 + K_d \cdot \theta_c)}$$

$$= \frac{20 \text{ hari} \times 652,36 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \frac{\text{mg}}{\text{mg}} \times (127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{620 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times (1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 20 \text{ hari})}$$

$$=$$

$$= \frac{20 \text{ hari} \times 652,36 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \frac{\text{mg}}{\text{mg}} \times (127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{620 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times (1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 20 \text{ hari})}$$

$$= 247,41 \text{ m}^3$$

$$P : L = 2 : 1$$

$$H_{\text{total}} = 3,1 \text{ m}$$

$$L \times 2L \times H = 247,41 \text{ m}^3$$

$$2L^2 \times 3,1 \text{ m} = 247,41 \text{ m}^3$$

$$L = 6,32 \text{ m}$$

$$P = 12,63 \text{ m}$$

Dimensi Kondisi Aktualnya yaitu :

$$\text{Panjang} = 19 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman} = 3,1 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 589 \text{ m}^3$$

Jadi perhitungan dimensi aktual dengan perhitungan berdasarkan parameter dari hasil laboratorium tidak jauh berbeda.

- **Evaluasi Proses Lumpur Aktif**

1. **F/M Rasio**

$$\text{Volume bak aerasi (b)} = 589 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit air limbah} = 652,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{BODinfluen} = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$\text{BODefluen} = 86,1 \text{ mg/L}$$

$$\text{MLSS} = 594 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} F/M &= \frac{Q \cdot S_o}{V \cdot X} \\ &= \frac{652,36 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 86,1 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{589,00 \text{ m}^3 \times 594 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\ &= 0,16 \text{ kg BOD/kg MLSS} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan F/M Rasio bak aerasi (b) di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan yaitu 0,16 kg BOD/kg MLSS dimana nilai F/M Rasio tersebut tidak masuk dalam kriteria desain F/M Rasio yaitu 0,2 – 0,6 kg BOD/kg MLSS, maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan mikroorganisme akan nutrisi belum terpenuhi.

2. **SVI**

$$V_s = 66 \text{ mL}$$

$$\text{SVI} = 1000 \cdot V_s / \text{MLSS}$$

$$= (1000 \times 66 \text{ mL}) / 594 \text{ mg/L}$$

$$= 111,11 \text{ mL/g}$$

Hasil perhitungan di atas didapatkan nilai SVI sebesar 111,11 mL/g. Menurut Eckenfelder dan Grau, SVI normal untuk pengendapan berkisar antara 100-200 ml/g. pada bak aerasi (b) nilai SVI sudah memenuhi parameter SVI.

### 3. Rasio Resirkulasi

$$QR = 56,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$r = QR / Q$$

$$= \frac{56,45 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{652,36 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,09$$

Perhitungan di atas didapatkan nilai rasio resirkulasi bak aerasi (b) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan adalah 0,09. Nilai ini tidak memenuhi kriteria desain untuk tipe lumpur aktif yaitu 0,25 – 1.

### 4. Umur Lumpur

$$X_r = 1 / SVI$$

$$= \frac{1}{111,11 \frac{\text{mL}}{\text{gram}} \times 1 \frac{\text{gram}}{1000 \text{ mg}} \times 1 \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}}}$$

$$= 9000 \text{ mg/L MLSS}$$

$$Q_w = \frac{Q_c \cdot X_r}{V \cdot X}$$

$$= \frac{589 \text{ m}^3 \times 594 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{20 \text{ hari} \times 9000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}$$

$$= 1,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\Theta_c = \frac{Q_w \cdot X_r}{Q_c \cdot X}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{589 \text{ m}^3 \times 594 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{1,94 \text{ hari} \times 9000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 & = 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan bahwa didapatkan umur lumpur bak aerasi (b) sebesar 20 hari. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria desain menurut Metcalf and Eddy, 2003 yaitu selama 3 – 15 hari. Jika umur lumpur lebih dari 15 hari, maka partikel flok menjadi kecil dan fraksi kehidupan sel dalam biomassa menjadi rendah.

#### 5. HRT dan Waktu Biodegradasi

$$\begin{aligned}
 \Theta &= V / Q \\
 &= \frac{589,00 \text{ m}^3}{652,36 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 0,90 \text{ hari} \\
 \Theta_H &= \frac{(Q_{in} + Q_r)}{\frac{652,36 \text{ m}^3}{\text{hari}} + 56,45 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 0,83 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas waktu detensi bak aerasi (b) yaitu 0,90 hari dan waktu biodegradasi selama 0,83 hari.

#### 6. Volumetric Loading

$$\begin{aligned}
 & \frac{(Q \times S_o)}{V} \\
 &= \frac{\left\{ \frac{652,36 \text{ m}^3}{\text{hari}} \times 127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right\}}{589,00 \text{ m}^3} \\
 &= \frac{1000}{0,83 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *volumetric loading* bak aerasi (b) adalah  $0,83 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$ . Nilai ini sudah sesuai dengan kriteria desain yaitu  $0,6 - 1,6 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$ .

## 7. Komposisi Nutrisi

Umumnya rasio BOD : N : P yang digunakan adalah 100 : 5 : 1. Pada bak aerasi (b) nilai Nitrogen sebesar  $109,29 \text{ mg/L}$  dan nilai BOD yang masuk sebesar  $127,4 \text{ mg/L}$ . Hal ini menandakan bahwa ada ketimpangan rasio BOD : N : P. Adanya *bulking sludge* dan *foam* pada bak aerasi (b) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan dikarenakan tidak seimbangnya rasio BOD : N : P.

### c. Bak Aerasi (c)

#### • Evaluasi Dimensi Bak

Diketahui :

$$\theta_c = 20 \text{ hari}$$

$$Q = 595,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Y = 0,6 \text{ mg/mg}$$

$$S_o = 127,4 \text{ mg/L}$$

$$S = 84,9 \text{ mg/L}$$

$$X = 620 \text{ mg/L}$$

$$K_d = 0,06 \text{ per hari}$$

Volume bak

$$\frac{\theta_c \cdot Q \cdot Y \cdot (S_o - S)}{X(1 + K_d \cdot \theta_c)}$$

$$= \frac{20 \text{ hari} \times 595,94 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \frac{\text{mg}}{\text{mg}} \times (127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{620 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times (1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 20 \text{ hari})}$$

$$=$$

$$= \frac{20 \text{ hari} \times 595,94 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 0,6 \frac{\text{mg}}{\text{mg}} \times (127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 87,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{620 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times (1 + \frac{0,06}{\text{hari}} \times 20 \text{ hari})}$$

$$= 222,82 \text{ m}^3$$

$$P : L = 2 : 1$$

$$H_{\text{total}} = 2,8 \text{ m}$$

$$L \times 2L \times H = 222,82 \text{ m}^3$$

$$2L^2 \times 2,8 \text{ m} = 222,82 \text{ m}^3$$

L = 6,31 m  
 P = 12,62 m  
 Dimensi Kondisi Aktualnya yaitu :  
 Panjang = 11,3 m  
 Lebar = 8 m  
 Kedalaman = 2,8 m  
 Volume = 253,12 m<sup>3</sup>

Jadi perhitungan dimensi aktual dengan perhitungan berdasarkan parameter dari hasil laboratorium jauh berbeda, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengolahan pada bak aerasi (c) tidak maksimal apabila menggunakan dimensi pada kondisi sebenarnya.

- **Evaluasi Proses Lumpur Aktif**

- a) **F/M Rasio**

Volume bak aerasi (c) = 253,12 m<sup>3</sup>  
 Debit air limbah = 595,94 m<sup>3</sup>/hari  
 BODinfluen = 127,4 mg/L  
 BODefluen = 84,9 mg/L  
 MLSS = 620 mg/L

$$\begin{aligned}
 F/M &= \frac{Q \cdot S_o}{V \cdot X} \\
 &= \frac{595,94 \frac{m^3}{hari} \times 84,9 \frac{mg}{L}}{253,12 m^3 \times 620 \frac{mg}{L}} \\
 &= 0,32 \text{ kg BOD/kg MLSS}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan F/M Rasio bak aerasi (c) di industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan yaitu 0,32 kg BOD/kg MLSS dimana nilai F/M Rasio tersebut sudah sesuai kriteria desain F/M Rasio yaitu 0,2 – 0,6 kg BOD/kg MLSS.

- b) **SVI**

Vs = 130 mL  
 SVI = 1000.Vs / MLSS  
 = (1000 x 130 mL) / 620 mg/L



$$= 209,68 \text{ mL/g}$$

Hasil perhitungan di atas didapatkan nilai SVI sebesar 209,68 mL/g. Menurut Eckenfelder dan Grau, SVI normal untuk pengendapan berkisar antara 100-200 ml/g. pada bak aerasi (c) nilai SVI melebihi 200 mL/g, hal ini menyebabkan kualitas pengendapan lumpur buruk.

#### c) Rasio Resirkulasi

$$Q_r = 91,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$r = Q_r / Q$$

$$= \frac{91,87 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}}{595,94 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,15$$

Perhitungan di atas didapatkan nilai rasio resirkulasi bak aerasi (c) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan adalah 0,15. Nilai ini tidak memenuhi kriteria desain untuk tipe lumpur aktif yaitu 0,25 – 1.

#### d) Umur Lumpur

$$X_r = 1 / \text{SVI}$$

$$= \frac{1}{209,68 \frac{\text{mL}}{\text{gram}} \times 1 \frac{\text{gram}}{1000 \text{ mg}} \times 1 \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}}}$$

$$= 4769,23 \text{ mg/L MLSS}$$

$$Q_w = \frac{Q_c \cdot X_r}{V \cdot X}$$

$$= \frac{253,12 \text{ m}^3 \times 620 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{20 \text{ hari} \times 4769,23 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}$$

$$= 1,65 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\Theta_c = \frac{Q_w \cdot X_r}{\dots}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{253,12 \text{ m}^3 \times 620 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{1,65 \text{ hari} \times 4769,23 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 & = 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan bahwa didapatkan umur lumpur bak aerasi (c) sebesar 20 hari. Hal ini tidak sesuai dengan kriteria desain menurut Metcalf and Eddy, 2003 yaitu selama 3 – 15 hari. Jika umur lumpur lebih dari 15 hari, maka partikel flok menjadi kecil dan fraksi kehidupan sel dalam biomassa menjadi rendah.

**e) HRT dan Waktu Biodegradasi**

$$\begin{aligned}
 \Theta &= V / Q \\
 &= \frac{253,12 \text{ m}^3}{595,94 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 0,42 \text{ hari} \\
 \Theta_H &= \frac{(Q_{in} + Q_r)}{V} \\
 &= \frac{595,94 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} + 91,87 \text{ m}^3/\text{hari}}{253,12 \text{ m}^3} \\
 &= 0,37 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas waktu detensi bak aerasi (c) yaitu 0,42 hari dan waktu biodegradasi selama 0,37 hari.

**f) Volumetric Loading**

$$\begin{aligned}
 & \text{Volumetric Loading} \\
 & \frac{(Q \times S_o)}{V} \\
 &= \frac{\left( \frac{595,94 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 127,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{253,12 \text{ m}^3} \right)}{1000} \\
 &= 0,30 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *volumetric loading* bak aerasi (c) adalah  $0,30 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$ . nilai ini tidak sesuai dengan kriteria desain yaitu  $0,6 - 1,6 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{hari}$ .

#### g) Komposisi Nutrisi

Umumnya rasio BOD : N : P yang digunakan adalah 100 : 5 : 1. Pada bak aerasi (c) nilai Nitrogen sebesar 97,94 mg/L dan nilai BOD yang masuk sebesar 127,4 mg/L. Hal ini menandakan bahwa ada ketimpangan rasio BOD : N : P. Adanya *bulking sludge* dan *foam* pada bak aerasi (c) industri penyamakan kulit Kabupaten Magetan dikarenakan tidak seimbangnya rasio BOD : N : P.

**Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Bak Aerasi**

No	Parameter	Hasil Perhitungan			Desain Kriteria	Satuan	Sumber
		Bak Aerasi (a)	Bak Aerasi (b)	Bak Aerasi (c)			
1	F/M Rasio	0,09	0,16	0,32	0,2 – 0,6	Kg BOD / kg MLSS	Metcal f and Eddy, 2003
2	SVI	355,88	111,11	209,68	100 – 200	mL/g	Metcal f and Eddy, 2003
3	r	0,15	0,09	0,15	0,25 – 1	-	Metcal f and Eddy, 2003
4	$\Theta_c$	20	20	20	3 – 15	Hari	Metcal f and Eddy, 2003
5	HRT	0,90	0,90	0,42	0,6 – 1,6	Jam	Metcal f and Eddy, 2003
6	VL	0,14	0,83	0,30		-	

### 5.9.5 Bak Pengendap II

#### a. Bak Pengendap II (a)

##### Kriteria Desain Bak Pengendap II (Rectangular)

OFR	= (15 – 40) m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
Kedalaman	= (3,5 – 5) m
<i>Solid loading</i>	= (50 – 150) kg/m <sup>2</sup> .hari
Td	= (2 – 6) jam

(Metcalf & Eddy, 2003)

##### Diketahui

Qpeak	= 629,82 m <sup>3</sup> /hari
Jumlah unit	= 1 bak
Panjang	= 6 m
Lebar	= 4,5 m
Kedalaman	= 3,5 m

##### Perhitungan

Asurface	= P x L = 6 m x 4,5 m = 27 m <sup>2</sup>
Cek OFR	= Q / A = 629,82 m <sup>3</sup> /hari / 27 m <sup>2</sup> = 23,32 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
Volume	= 6 m x 4,5 m x 3,5 m = 94,5 m <sup>3</sup>

Cek td

$$= \text{Volume} / Q$$

$$= 94,5 \text{ m}^3 / (629,82 \text{ m}^3/\text{hari} / 1/24 \text{ hari/jam})$$

$$= 3,60 \text{ jam}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai OFR sebesar 23,32 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari dan td bak pengendap II (a) 3,60 jam.

#### b. Bak Pengendap II (b)

##### Kriteria Desain Bak Pengendap II (Rectangular)

OFR	= (15 – 40) m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari
Kedalaman	= (3,5 – 5) m
<i>Solid loading</i>	= (50 – 150) kg/m <sup>2</sup> .hari
Td	= (2 – 6) jam

(Metcalf & Eddy, 2003)

Diketahui

Qpeak = 629,82 m<sup>3</sup>/hari

Jumlah unit = 1 bak

Panjang = 6 m

Lebar = 4,9 m

Kedalaman = 3,3 m

Perhitungan

Asurface = P x L

= 6 m x 4,9 m

= 29,4 m<sup>2</sup>

Cek OFR = Q / A

= 629,82 m<sup>3</sup>/hari / 29,4 m<sup>2</sup>

= 21,42 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari

Volume = 6 m x 4,9 m x 3,3 m

= 97,02 m<sup>3</sup>

Cek td

= Volume / Q

= 97,02 m<sup>3</sup> / (629,82 m<sup>3</sup>/hari / 1/24 hari/jam)

= 3,70 jam

Dari perhitungan di atas, untuk bak pengendap II (b) yang sudah sesuai dengan kriteria desain dan didapatkan nilai OFR sebesar 21,42 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari dan td 3,70 jam.

### **c. Bak Pengendap II (c)**

Kriteria Desain Bak Pengendap II (Rectangular)

OFR = (15 – 40) m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari

Kedalaman = (3,5 – 5) m

Solid loading = (50 – 150) kg/m<sup>2</sup>.hari

Td = (2 – 6) jam

(Metcalf & Eddy, 2003)

Diketahui

Qpeak = 629,82 m<sup>3</sup>/hari

Jumlah unit = 1 bak

Panjang = 6 m

Lebar = 4 m

Kedalaman = 2,6 m

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Asurface} &= P \times L \\
 &= 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= 24 \text{ m}^2 \\
 \text{Cek OFR} &= Q / A \\
 &= 629,82 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ m}^2 \\
 &= 26,24 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \\
 \text{Volume} &= 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2,6 \text{ m} \\
 &= 62,4 \text{ m}^3 \\
 \text{Cek td} &= \text{Volume} / Q \\
 &= 62,4 \text{ m}^3 / (629,82 \text{ m}^3/\text{hari} / 1/24 \text{ hari/jam}) \\
 &= 2,37 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, untuk bak pengendap II (c) yang sudah sesuai dengan kriteria desain dan didapatkan nilai OFR sebesar  $26,24 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$  dan td 2,37 jam.

## 5.10 Rekomendasi Unit Tambahan

Bak Kontrol

Direncanakan :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah} &= 1 \text{ bak} \\
 \text{Qpeak} &= 26 \text{ L/s} \\
 &= 0,026 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \text{Waktu detensi} &= 5 \text{ menit} \\
 &= 300 \text{ s} \\
 \text{Rencana H} &= 2,5 \text{ m} \\
 P : L &= 2 : 1
 \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bak} &= Q \times \text{td} \\
 &= 0,026 \text{ m}^3/\text{s} \times 300 \text{ s} \\
 &= 7,8 \text{ m}^3 \\
 \text{Asurface} &= \frac{\text{volume}}{\text{kedalaman}} \\
 &= \frac{7,8 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}} \\
 &= 3,12 \text{ m}^2 \\
 \text{Asurface} &= P \times L \\
 &= 2L \times L \\
 3,12 \text{ m}^2 &= 2L^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar} &= \sqrt{\frac{3,12 \text{ m}^2}{2}} \\ &= 1,24 \text{ meter} \\ \text{Panjang} &= 2 \times L \\ &= 2 \times 1,24 \text{ meter} \\ &= 2,48 \text{ meter} \end{aligned}$$

Perencanaan bak kontrol ini dilakukan untuk mengontrol air limbah hasil olahan sebelum dibuang ke badan air. Gambar denah dan potongan unit dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.5 Rekomendasi dari Hasil Evaluasi

No	Unit	Rekomendasi
1	Bak Ekualisasi	Pada Bak Ekualisasi (a) pada titik inlet dan outlet berdekatan, maka titik inlet yang berupa saluran di atas tanah akan dipindah
2.	Bak Netralisasi	Bak Netralisasi, koagulasi, dan flokulasi masih diperlukan untuk penambahan $\text{NaHSO}_3$ yang digunakan untuk mereduksi $\text{Cr}^{6+}$ menjadi $\text{Cr}^{3+}$
3.	Bak Kontrol	Penambahan bak kontrol ini bertujuan untuk mengecek enfluen air limbah sebelum keluar ke badan air

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari evaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit Kabupaten Magetan :

1. Bak Ekualisasi (b) sudah memenuhi kriteria desain sedangkan untuk waktu detensi (td) bak ekualisasi (a) sebesar 3,21 jam belum memenuhi kriteria desain yaitu 4 – 8 jam.
2. Bak Pengendap I (b) untuk *over flowrate* (OFR) melebihi kriteria desain yaitu 30 – 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.hari
3. Untuk bak aerasi (a) F/M Rasio, Sludge Volume Index (SVI), rasio resirkulasi (r), dan umur lumpur belum memenuhi kriteria desain. Untuk bak aerasi (b) F/M Rasio, rasio resirkulasi (r), dan umur lumpur belum memenuhi kriteria desain. Sedangkan untuk bak aerasi (c) Sludge Volume Index (SVI), rasio resirkulasi (r), umur lumpur, dan waktu detensi (HRT) belum memenuhi kriteria desain.
4. Masing – masing bak pengendap II sudah memenuhi kriteria desain yang ada untuk waktu detensi (td) dan *over flow rate* (OFR).

#### **6.2 Saran**

Mengingat Industri Penyamakan Kulit berdekatan dengan pemukiman penduduk, maka dilakukan upaya pengendaliannya agar tidak menimbulkan penurunan kualitas lingkungan antara lain :

1. Penambahan bak kontrol sebelum titik outlet.
2. Memantau kualitas air limbah penyamakan kulit secara intensif atau sewaktu – waktu bila perlu.
3. Memantau debit air limbah yang masuk secara intensif, karena debit yang masuk ke IPAL terjadi secara fluktuatif.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2004. Teknologi Pengolahan Air Bersih. Jakarta Pusat.
- Cabeza, L.F, and M.M, Taylor. 1998. *Process of Leather Waste*. Waste Management Journal, pp. 211-214.
- Eckenfelder, W. W. dan Grau, P. 1998. *Activated Sludge Process Design and Control Theory and Practice*. USA : Technomic Publishing CO INC.
- Hasnat, A., Rahman, I., dan Pasha, M. 2013. *Assessment of Environmental Impact for Tannery Industries in Bangladesh*. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 4, No. 2.
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse 4<sup>th</sup> ed*. McGrawHill : New York.
- Moersidik, S.S. 2006. Pengelolaan Limbah. Jakarta : Lembaga Penelitian Universitas Indonesia.
- Nurwati. 2009. Pengaruh Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit terhadap Kadar Kromium dalam Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*). UIN Sunan Kalijaga : Yogyakarta.
- Pemerintahan Gubernur Jawa Timur. 2014. Perubahan atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72

Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Qasim, S.R. 1985. *Waste Waterand Treatment Plans (Planning, Design, and Operation)*. CBS Collage Publishing : USA.

Sugiarto. 1987. Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press : Jakarta

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **LAMPIRAN**

Lampiran A

Layout IPAL Industri Penyamakan Kulit

Lampiran B

Gambar Detail Unit IPAL Industri Penyamakan Kulit

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**LAYOUT IPAL**  
**INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT**  
**KABUPATEN MAGETAN**

**Legenda**

→ Air Limbah  
 → Lumpur

**Dosen Pembimbing**

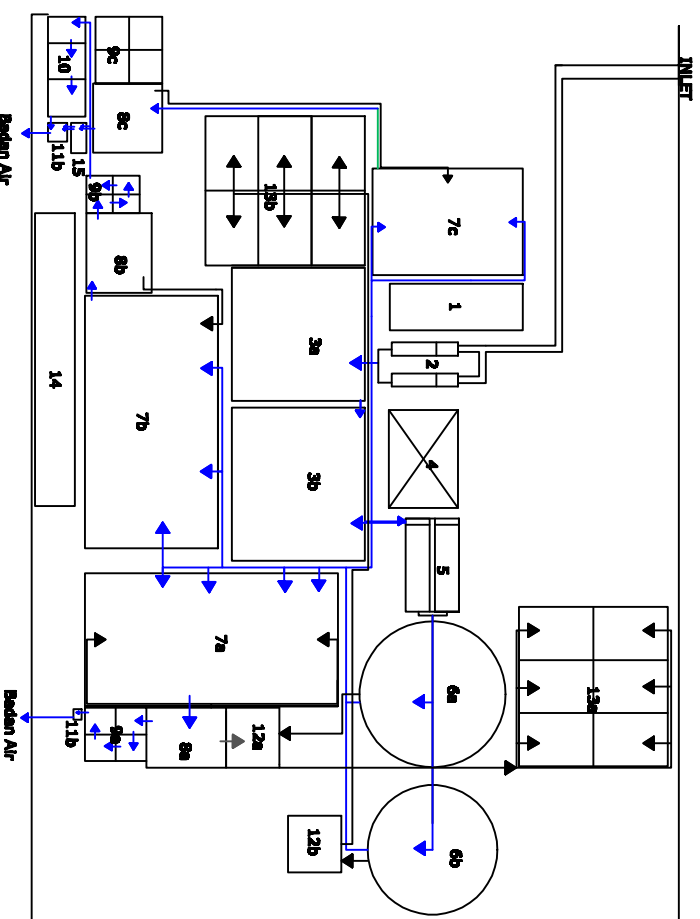
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 500**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

3	Meter	121
---	-------	-----



- KETERANGAN**
- 1 : klemur dan labirin
  - 2 : bar screen
  - 3a : bak sedimentasi
  - 3b : bak sedimentasi
  - 4 : rumah pompa
  - 5 : bak sedimentasi
  - 6a : bak pengendap I
  - 6b : bak pengendap I
  - 7a : bak aerasi
  - 7b : bak aerasi
  - 7c : bak aerasi
  - 8a : bak pengendap II
  - 8b : bak pengendap II
  - 8c : bak aerasi
  - 9a : bak aerasi
  - 9b : bak aerasi
  - 9c : bak aerasi
  - 10 : bak reuse
  - 11a : outlet IPAL 1
  - 11b : outlet IPAL 2 dan IPAL 3
  - 12a : bak pengumpul lumpur
  - 12b : bak pengumpul lumpur
  - 13a : sludge drying bed
  - 13b : sludge drying bed
  - 14 : unit reuse
  - 15 : bak loran





**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAR SCREEN**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**



**Bar Screen**

**Dosen Pembimbing**

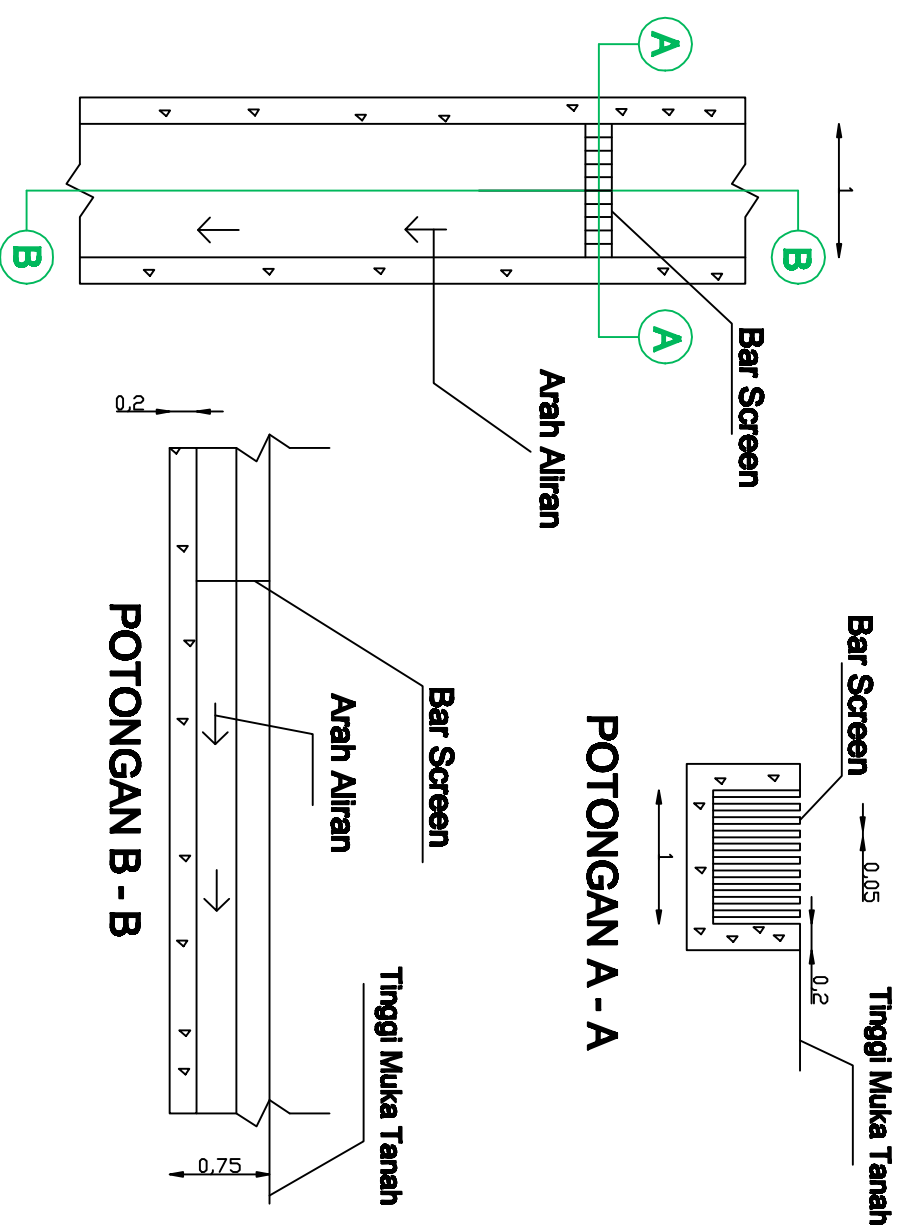
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

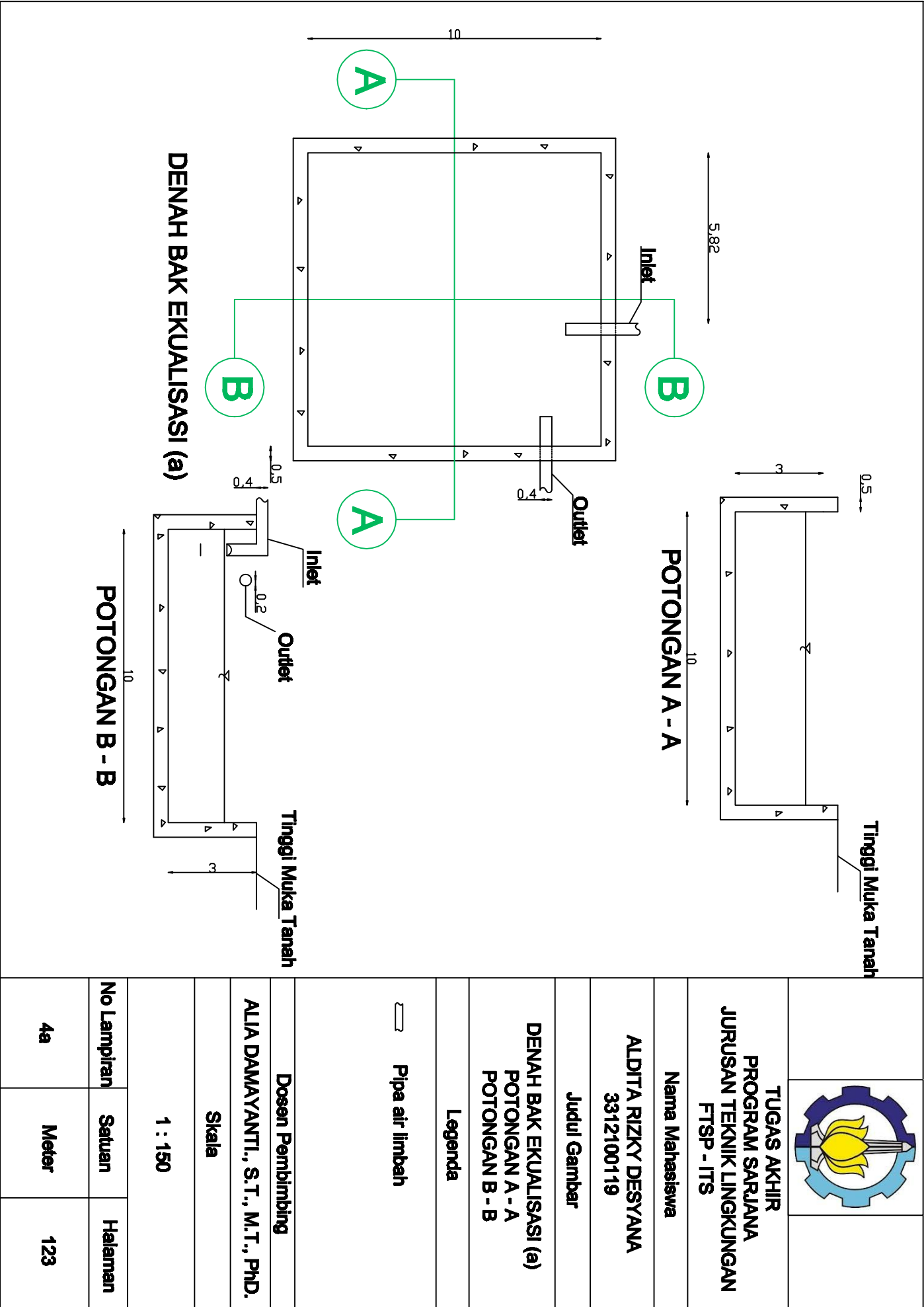
**Skala**

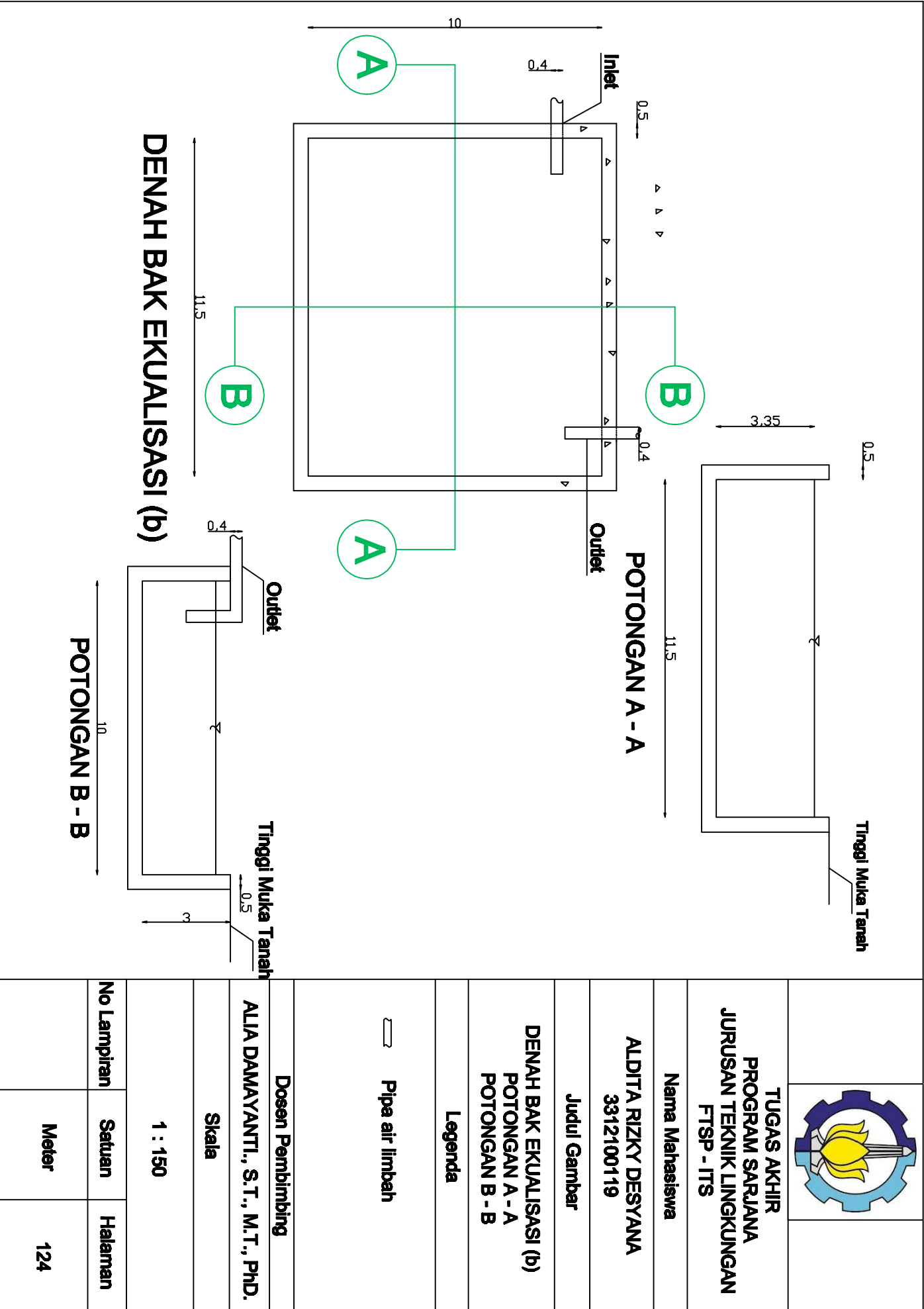
**1 : 50**

No Lampiran	Satuan	Halaman
	Meter	122

## DENAH BAR SCREEN









**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**



Nama Mahasiswa

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

Judul Gambar

**DENAH BAK NETRALISASI, KOAGULASI,**  
**DAN FLOKULASI (a)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

-  **Pipa air limbah**
-  **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 75**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

	Meter	125
--	-------	-----



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**



**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK NETRALISASI, KOAGULASI,**  
**DAN FLOKULASI (b)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

-  **Pipa air limbah**
-  **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

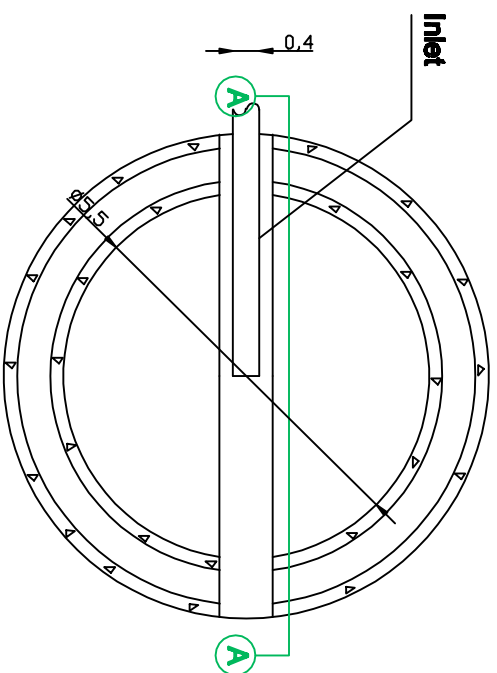
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

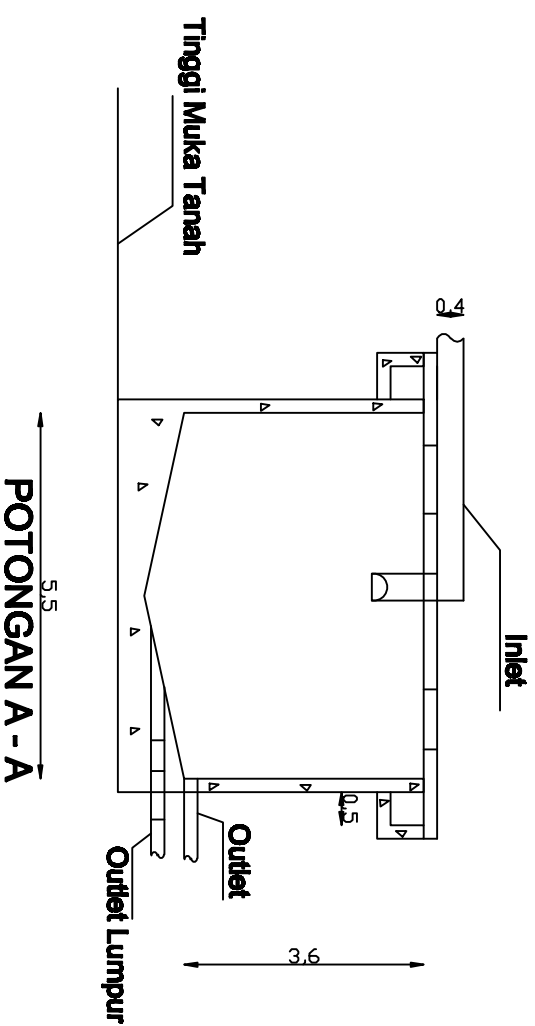
**1 : 75**

<b>No Lampiran</b>	<b>Satuan</b>	<b>Halaman</b>
--------------------	---------------	----------------

	<b>Meter</b>	<b>126</b>
--	--------------	------------



**DENAH BAK PENGENDAP I (a)**



**TUGAS AKHIR  
PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA  
3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGENDAP I (a)  
POTONGAN A - A  
POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

 **Pipa lumpur**

**Dosen Pembimbing**

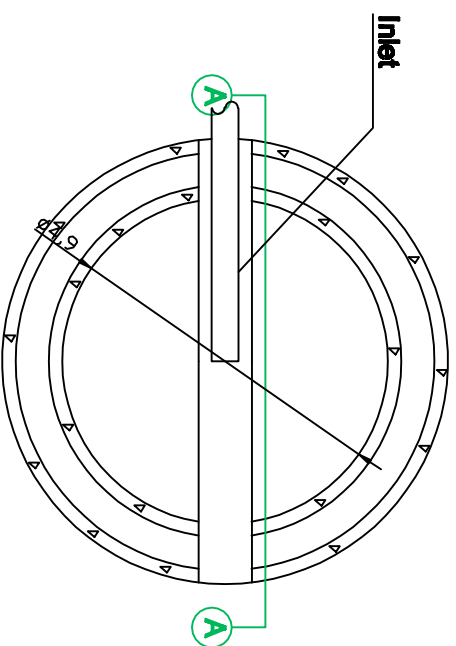
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

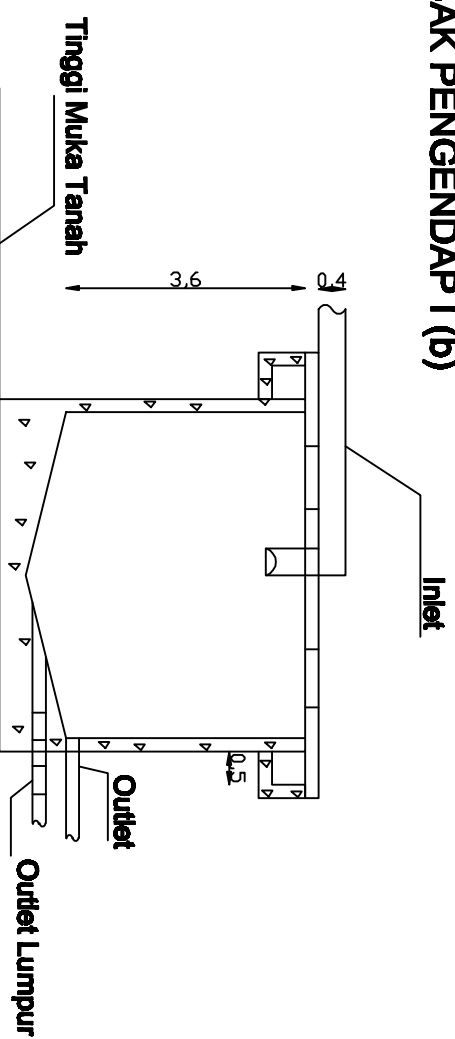
**1 : 100**

**No Lampiran      Satuan      Halaman**

**Meter      127**



**DENAH BAK PENGENDAP I (b)**



**POTONGAN A - A**



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGENDAP I (b)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

 **Pipa lumpur**

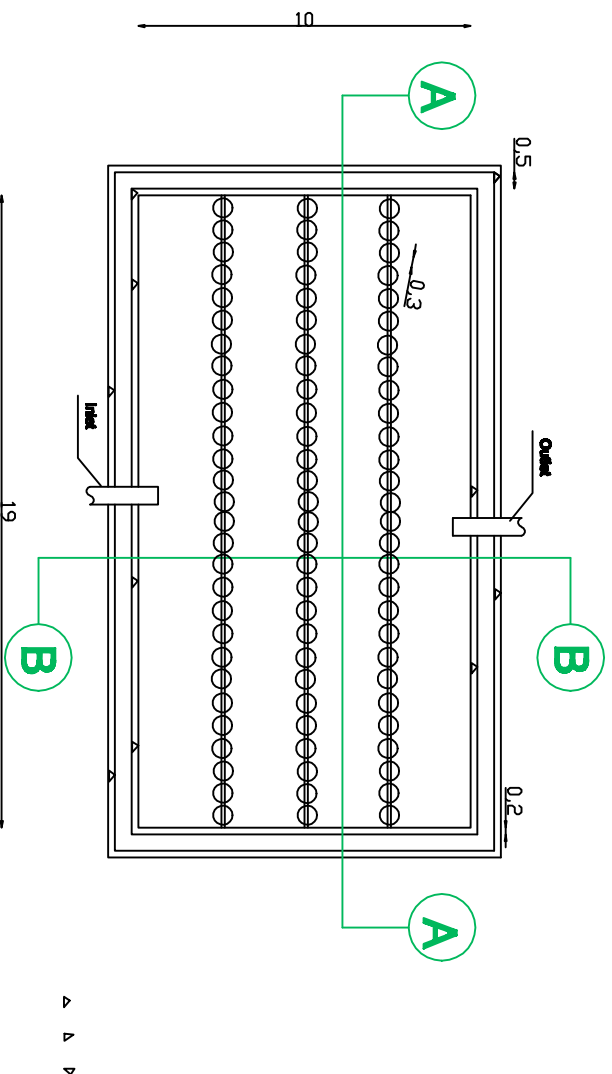
**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

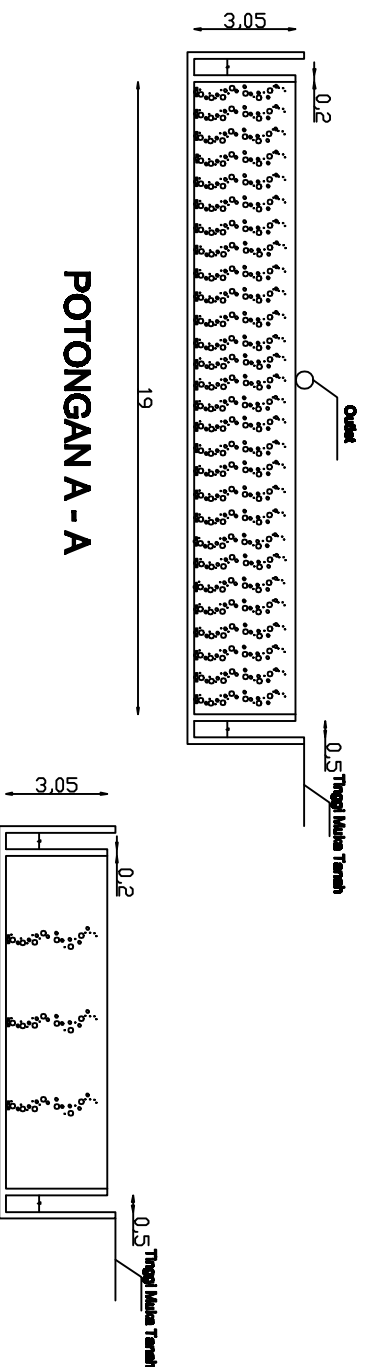
**Skala**

**1 : 100**

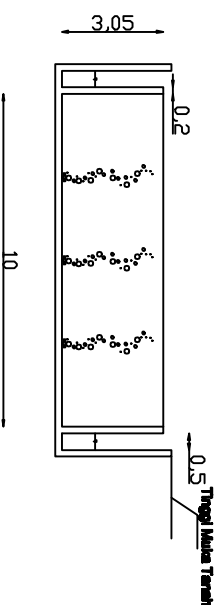
No Lampiran	Satuan	Halaman
	Meter	128



**DENAH BAK AERASI (a)**



**POTONGAN A - A**



**POTONGAN B - B**



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK AERASI (a)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

○ **Difuser**

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

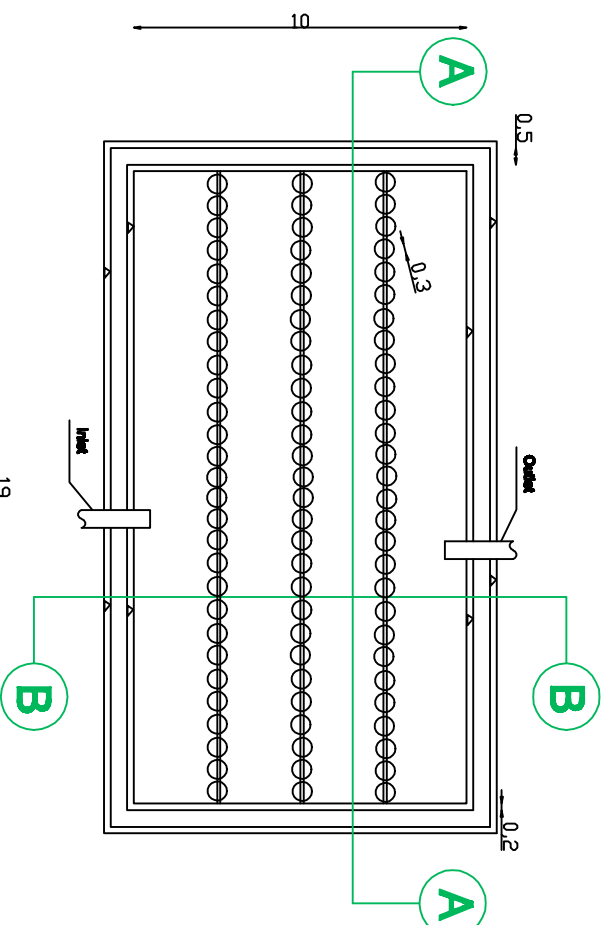
**Skala**

**1 : 200**

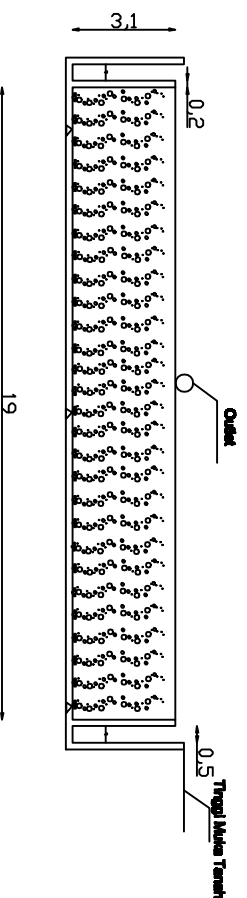
**No Lampiran**      **Satuan**      **Halaman**

**Meter**      **129**

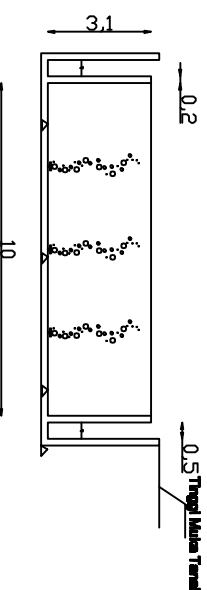




**DENAH BAK AERASI (b)**



**POTONGAN A - A**



**POTONGAN B - B**



**TUGAS AKHIR  
PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA  
3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK AERASI (b)  
POTONGAN A - A  
POTONGAN B - B**

**Legenda**

○ Difuser

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 200**

No Lampiran	Satuan	Halaman
	Meter	130



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK AERASI (c)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

○ Difuser

**Dosen Pembimbing**  
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Phd.**

**Skala**

**1 : 200**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

Meter	131
-------	-----



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGENDAP II (a)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 100**

<b>No Lampiran</b>	<b>Satuan</b>	<b>Halaman</b>
--------------------	---------------	----------------

<b>Meter</b>	<b>132</b>
--------------	------------



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGENDAP II (b)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 100**

<b>No Lampiran</b>	<b>Satuan</b>	<b>Halaman</b>
--------------------	---------------	----------------

	<b>Meter</b>	<b>133</b>
--	--------------	------------



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGENDAP II (c)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

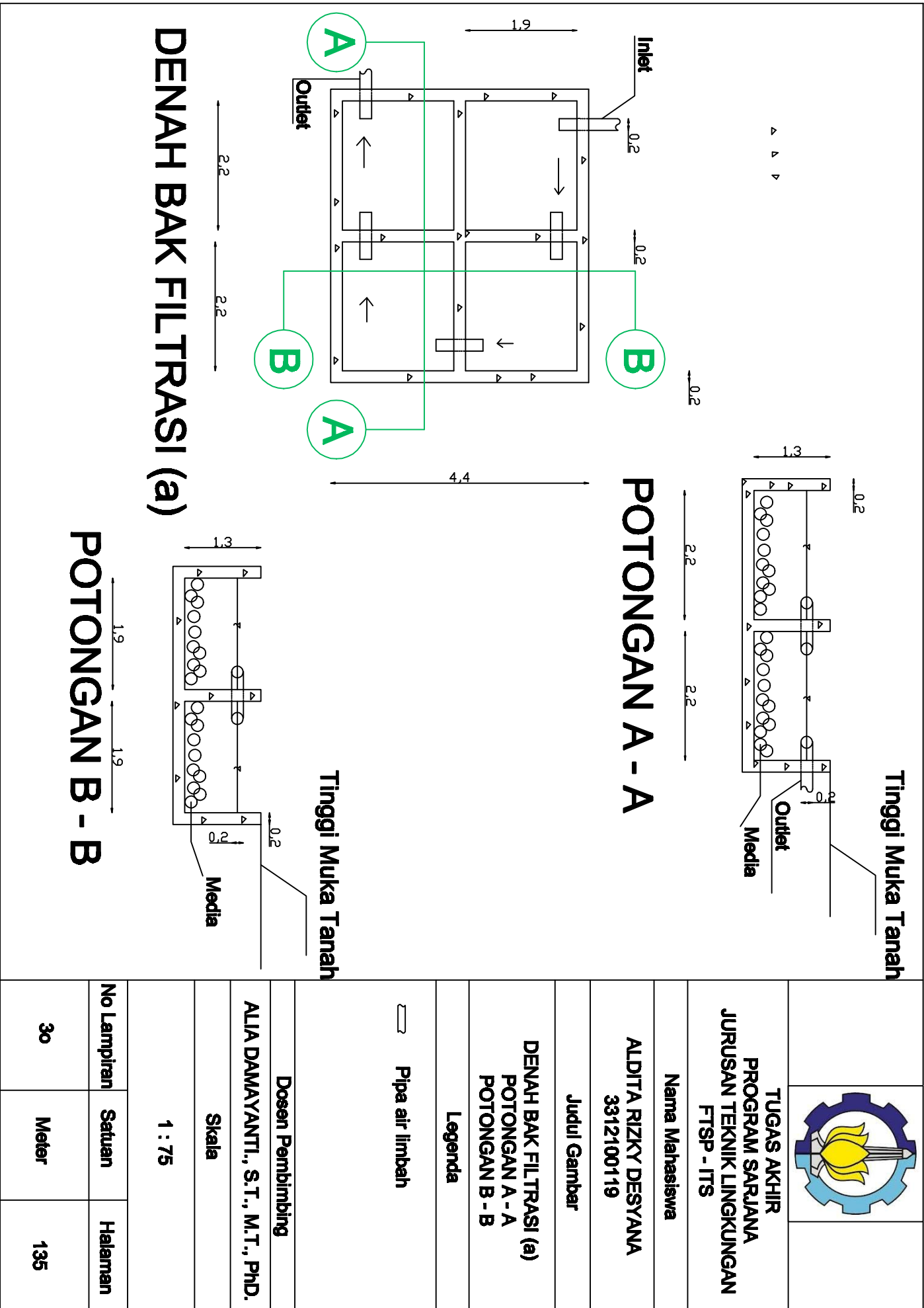
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

**1 : 100**

<b>No Lampiran</b>	<b>Satuan</b>	<b>Halaman</b>
--------------------	---------------	----------------

<b>3n</b>	<b>Meter</b>	<b>134</b>
-----------	--------------	------------





**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK FILTRASI (b)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa air limbah**

 **Pipa air limbah**

**Dosen Pembimbing**

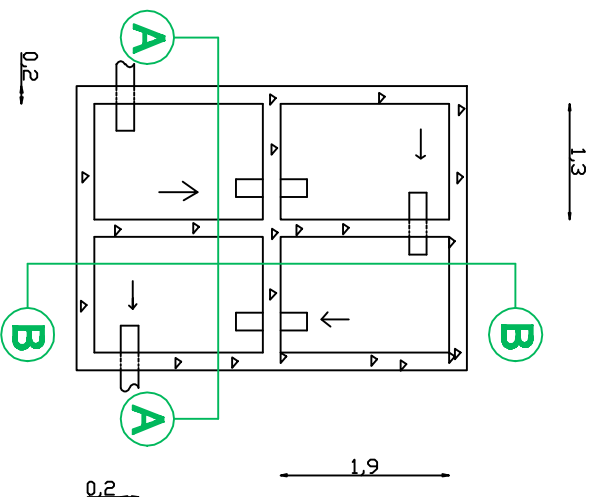
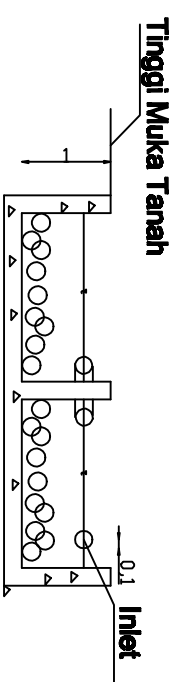
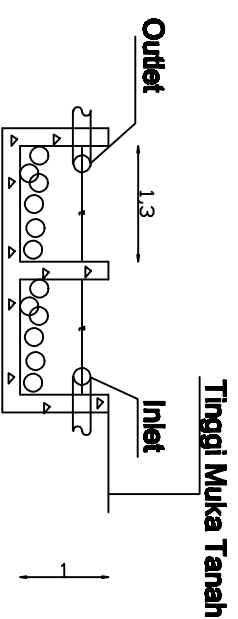
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Phd.**

**Skala**

**1 : 75**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

3p	Meter	136
----	-------	-----



**DENAH BAK FILTRASI (b)**



**TUGAS AKHIR  
PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

### Judul Gambar

**DENAH BAK REUSE  
POTONGAN A - A  
POTONGAN B - B**

## Legenda



### Dosen Pembimbing

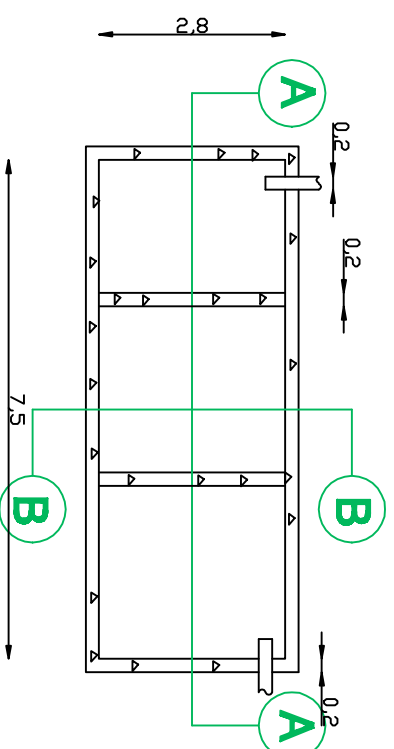
**ALIA DAMAYANTI, S.T., M.T., Ph.D.**

Skala

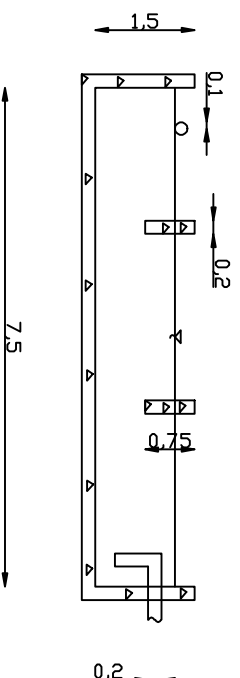
**1:100**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

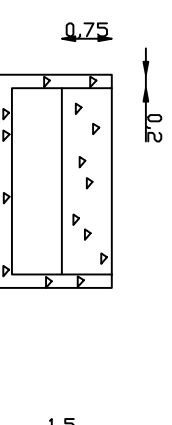
**Meter** **137**



# DENAH BAK REUSE



# POTONGAN A - A



**POTONGAN B - B**





**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH BAK PENGUMPUL**  
**LUMPUR (a)**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**



**Pipa lumpur**

**Dosen Pembimbing**

**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

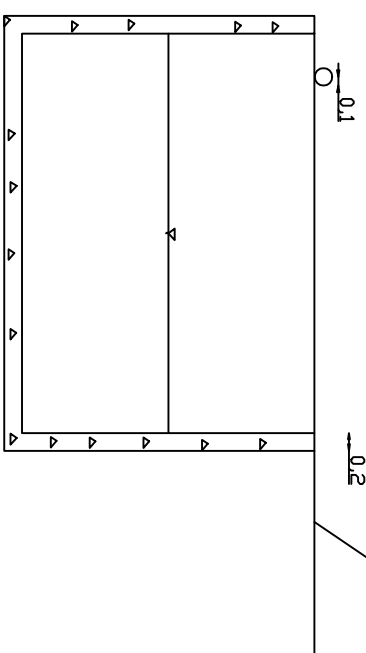
**1 : 75**

No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

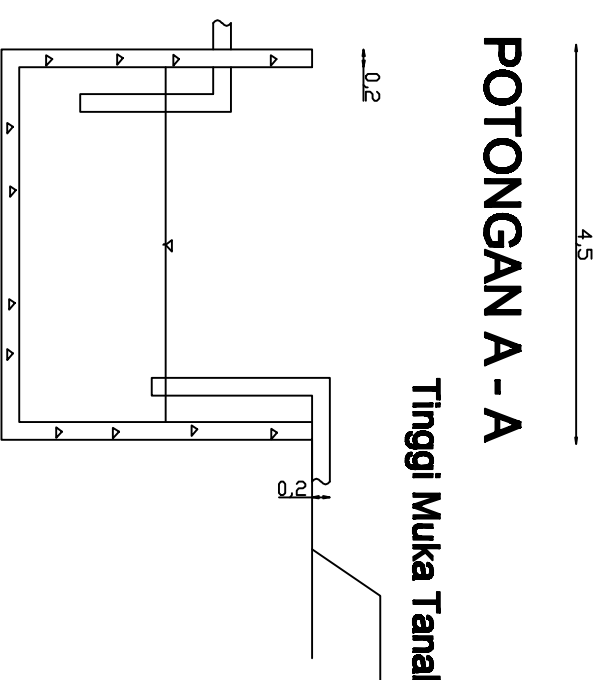
**Meter**

**138**

**Tinggi Muka Tanah**

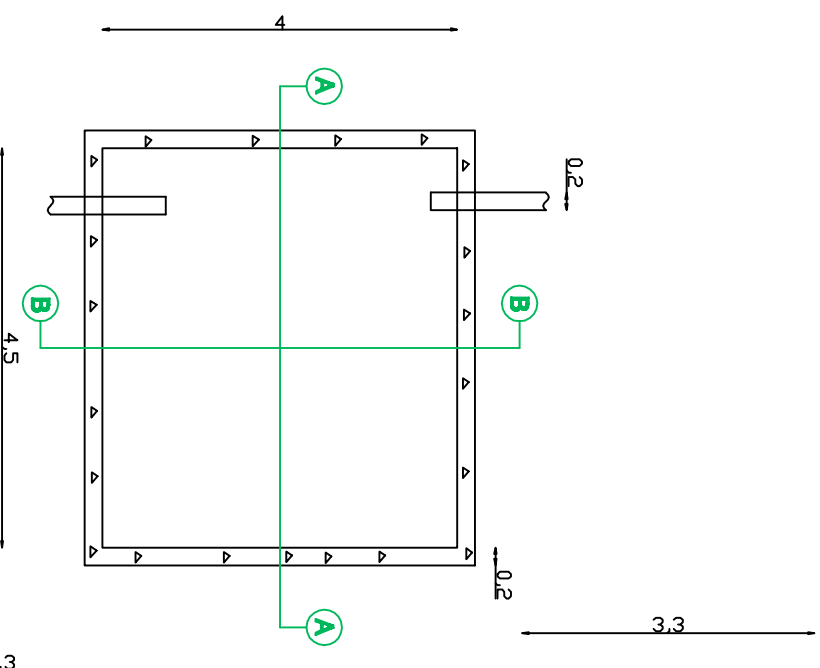


**POTONGAN A - A**



**Tinggi Muka Tanah**

**DENAH BAK PENGUMPUL**  
**LUMPUR**



**POTONGAN B - B**





**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM SARJANA**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

**Judul Gambar**

**DENAH SLUDGE DRYING BED**  
**POTONGAN A - A**  
**POTONGAN B - B**

**Legenda**

 **Pipa lumpur**

**Dosen Pembimbing**

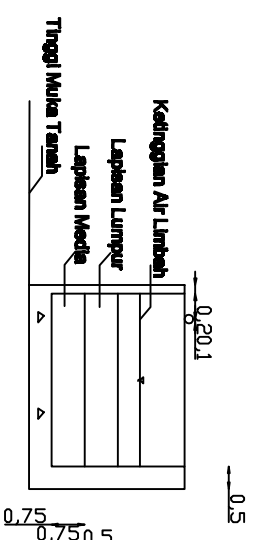
**ALIA DAMAYANTI., S.T., M.T., Ph.D.**

**Skala**

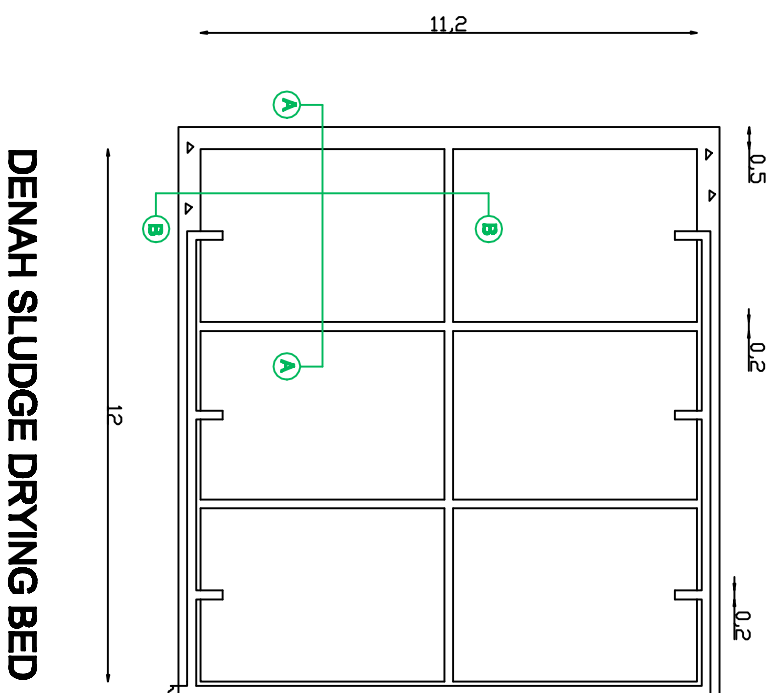
**1 : 150**

<b>No Lampiran</b>	<b>Satuan</b>	<b>Halaman</b>
--------------------	---------------	----------------

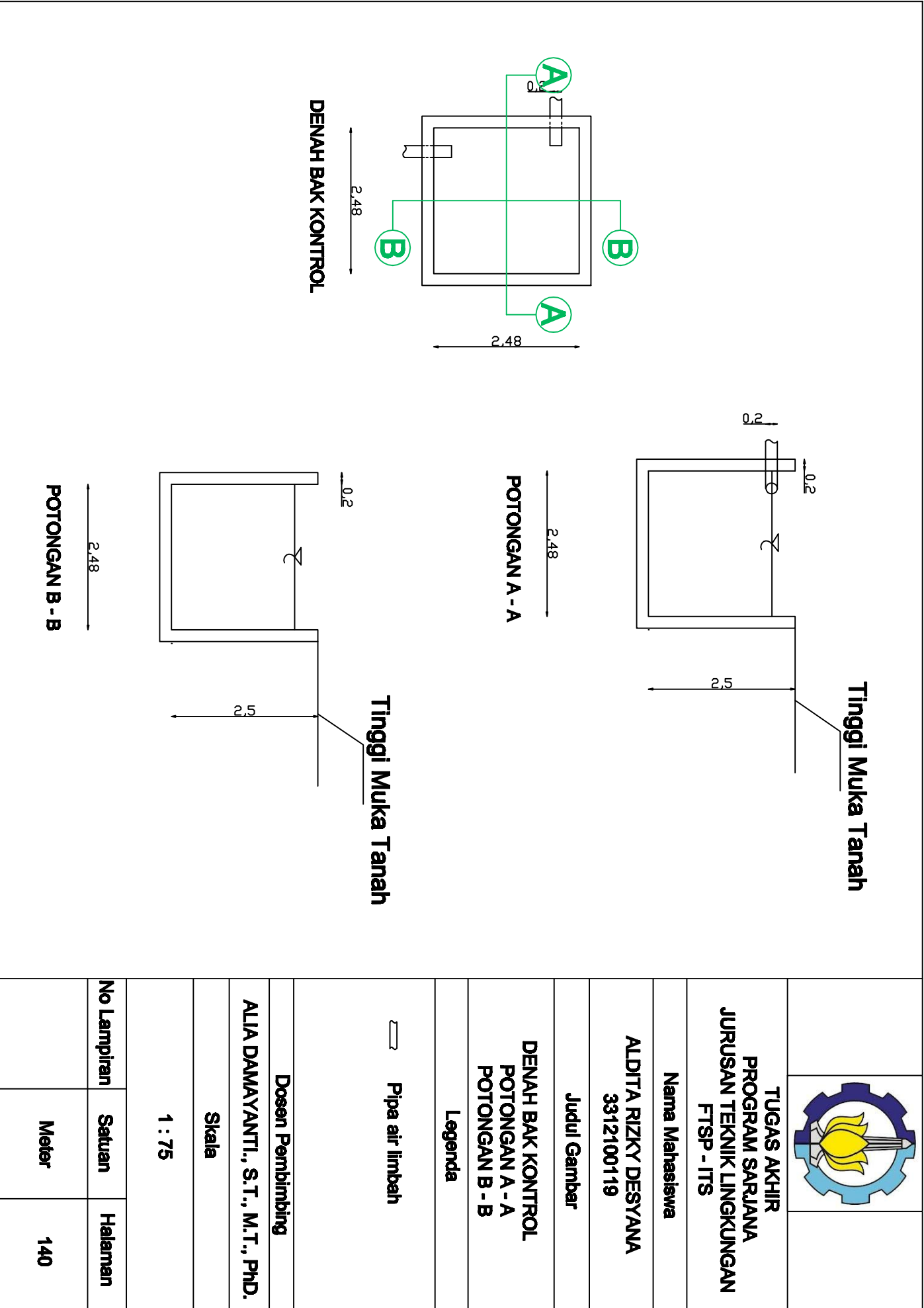
	<b>Meter</b>	<b>139</b>
--	--------------	------------



**POTONGAN A - A**



**DENAH SLUDGE DRYING BED**





**TUGAS AKHIR  
PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FTSP - ITS**

**Nama Mahasiswa**

**ALDITA RIZKY DESYANA**  
**3312100119**

### Judul Gambar

**MASS BALANCE IPAL INDUSTRI  
PENYAMAKAN KULIT KABUPATEN  
MAGETAN**

## Legenda

- = air limbah yang mengalir
- = air limbah yang dipompa
- = lumpur yang di recycle
- = lumpur yang dipompa

### Dosen Pembimbing

**ALIA DAMAYANTI, S.T., M.T., Ph.D.**

## Skala

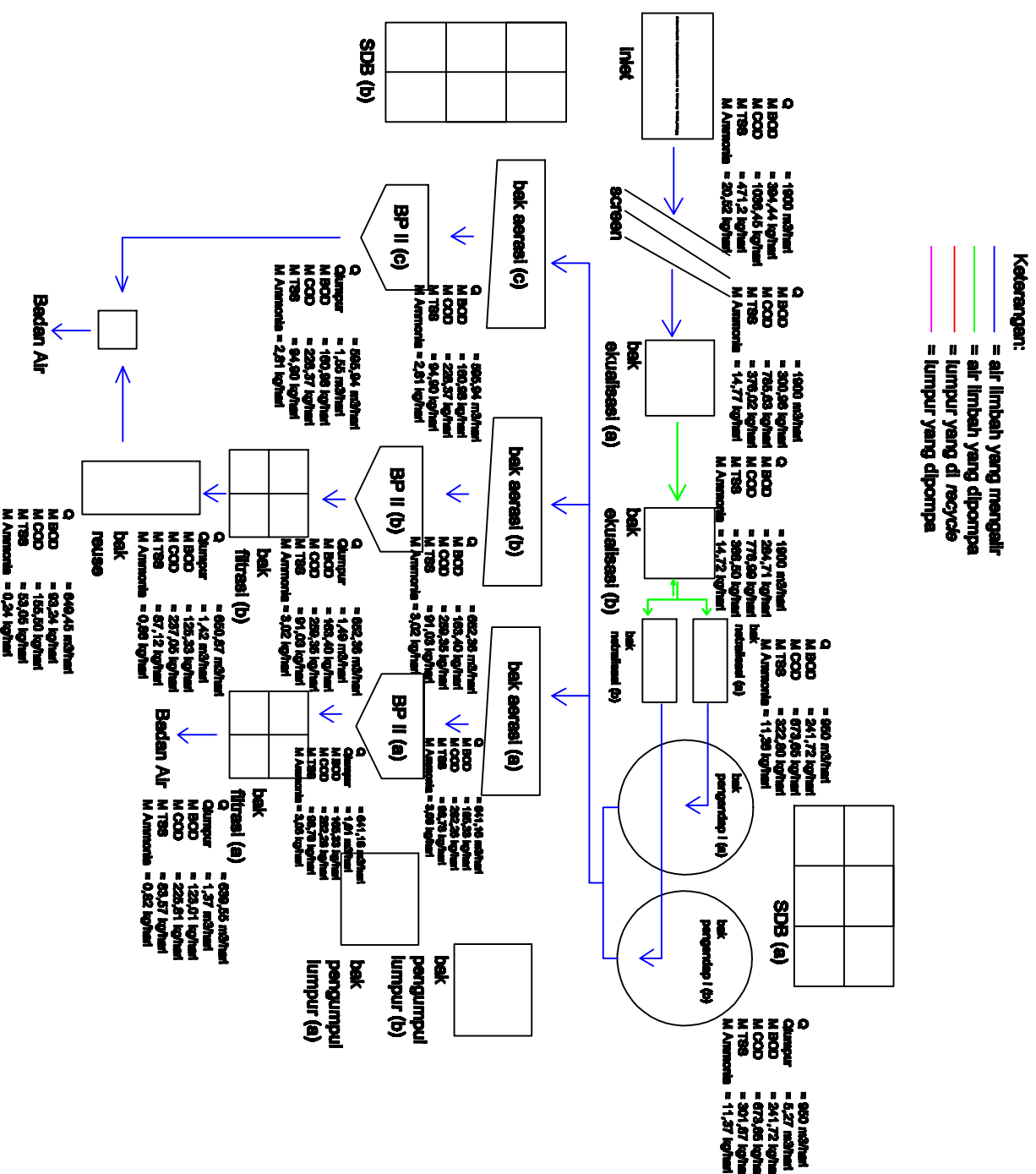
1:650

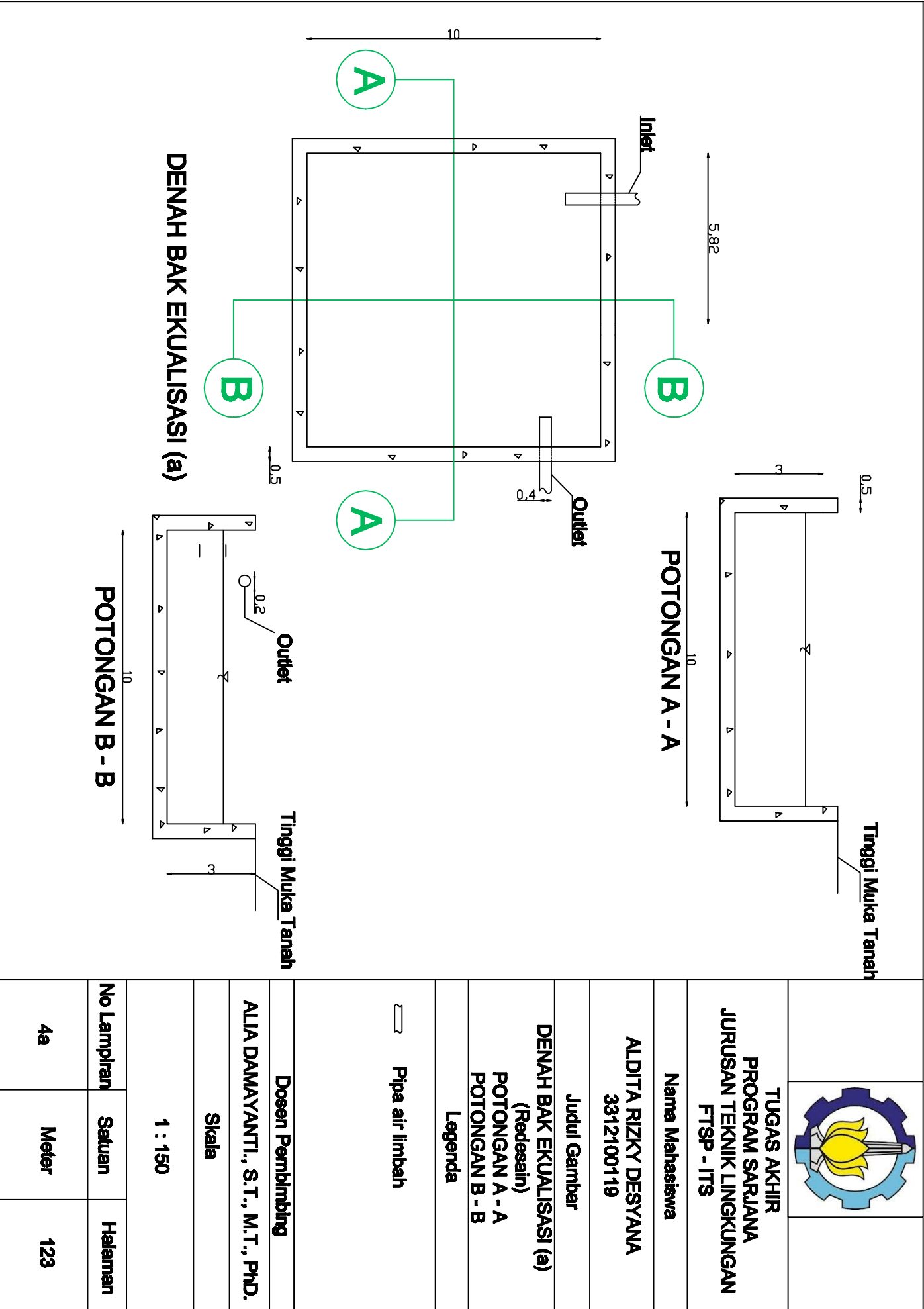
No Lampiran	Satuan	Halaman
-------------	--------	---------

N2

## Meter

141







## **BIOGRAFI PENULIS**

Penulis dilahirkan di Surakarta pada 16 Desember 1993. Penulis menempuh jenjang pendidikan SD-SMA di Sukoharjo dan Surakarta. Tahun 2000-2006 di SD Negeri Ngadirejo 1 Kartasura, tahun 2006-2009 di SMPN 1 Surakarta dan pada tahun 2009-2012 di SMAN 4 Surakarta. Penulis kemudian melanjutkan jenjang pendidikan S1 melalui program PKM dan diterima di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS pada tahun 2012.

Penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa. Pada tahun 2013 sebagai staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) FTSP ITS. Tahun 2014 sebagai sekretaris Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) FTSP ITS. Pada tahun 2015, penulis melaksanakan kerja praktik di Bank Sampah di Surabaya khususnya di Kecamatan Wonokromo. Penulis telah mengikuti berbagai pelatihan dan seminar nasional tahun 2012-2016 dalam rangka pengembangan diri. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat dikirim melalui email [alditarizky@yahoo.com](mailto:alditarizky@yahoo.com), guna memperbaiki diri untuk kedepannya.